

United States Patent [19]

Baudet et al.

[11] 4,038,190

[45] July 26, 1977

[54] FLUID FRACTIONATION APPARATUS
AND METHOD OF MANUFACTURING THE
SAME

3,728,256 4/1973 Cooper 264/277 X
3,730,959 5/1973 Horres, Jr. et al. 210/321 X
3,884,814 5/1975 Vogt et al. 210/321

[75] Inventors: Jacques Baudet, Roussillon; Michel
Rochet, Bron; Michel Salmon, Mions;
Bernard Vogt, Caluire, all of France

Primary Examiner—Frank A. Spear, Jr.
Attorney, Agent, or Firm—Cushman, Darby & Cushman

[73] Assignee: Rhone-Poulenc S.A., Paris, France

[21] Appl. No.: 474,426

[22] Filed: May 29, 1974

[30] Foreign Application Priority Data

May 30, 1973 France 73.19732

[51] Int. Cl.² B01D 31/00

[52] U.S. Cl. 210/321 B; 210/321 A;
210/321 R; 210/433 M; 264/258

[58] Field of Search 210/22, 23, 321, 500 M;
264/41, 49, 258, 177, 277, 221, 317, 261, 263,
265, 371

[56] References Cited

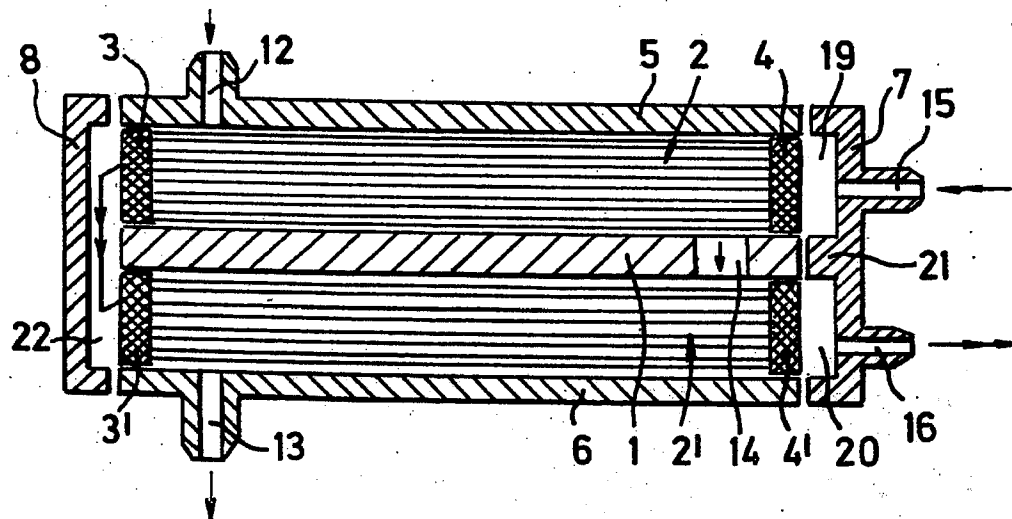
U.S. PATENT DOCUMENTS

3,475,331 10/1969 McVain 210/500 M X
3,690,465 9/1972 McGinnis et al. 210/500 M X
3,691,068 9/1972 Cross 210/321 B

[57] ABSTRACT

A unit cell for fluid fractionating apparatus, fractionating apparatus including such cells and methods of making the cells in which a plurality of hollow fibers are arranged linearly in at least one groove formed in a core, the groove or grooves supporting all or part of the hollow fibers and acting as a bed for said fibers, two end walls of hardened glue securing the hollow fibers to one another and at their ends these walls being firmly secured to the core. The core may be for example of channel shaped, H-shaped, cross-shaped or star-shaped cross-section, and the cell may be enclosed in a jacket having at least one fluid inlet and at least one fluid outlet passage. The construction of the cells makes for easy manufacture by winding the fibers or bundling the fibers and placing them in the grooves of the core and securing them in place by the hardened glue end walls.

12 Claims, 39 Drawing Figures



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.231.421

(21) N° d'enregistrement national :
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

73.19732

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

- (22) Date de dépôt 30 mai 1973, à 15 h 20 mn.
- (41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 52 du 27-12-1974.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.) B 01 j 1/00; A 61 m 1/02; B 01 d 13/00, 31/00;
F 24 d 7/00.
- (71) Déposant : SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHÔNE-POULENC, résidant en France.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire :
- (54) Appareil de fractionnement de fluides.
- (72) Invention de :
- (33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention - 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention, à la réalisation de laquelle ont collaboré Messieurs Jacques BAUDET, Michel ROCHET, Michel SAIMON et Fernard VOGT, concerne des cellules, utilisables notamment pour le fractionnement de fluides, mettant en oeuvre des fibres creuses, ainsi que les appareils utilisant ces cellules et le procédé permettant de les réaliser.

Le terme fractionnement, dans le présent exposé est utilisé dans le sens le plus général et recouvre tout échange ou transfert de matière (ou même de calories) où, après intervention dudit fractionnement, on obtient un ou plusieurs fluides n'ayant pas la même composition ou les mêmes propriétés que le ou les fluides engagés dans l'appareil.

Les opérations de fractionnement envisagées sont donc essentiellement des opérations d'échange (dialyse, par exemple rein artificiel ; osmose directe ; échanges gaz-gaz ; échanges liquide-gaz par exemple poumon artificiel) et des opérations de séparation (ultrafiltration, osmose inverse, perméation gazeuse) et même des opérations de mélange. Ces opérations peuvent bien entendu constituer des opérations d'enrichissement. Mais l'invention inclut également l'utilisation des appareils décrits dans des applications telles que l'échange thermique entre deux fluides, l'humidification et/ou la conditionnement d'air, la dissolution de certains gaz dans des liquides (il s'agit là d'un mélange) ; ces diverses applications entrent d'ailleurs pour la plupart dans les catégories d'échange et de séparation indiquées plus haut car, par exemple, l'échange thermique et l'humidification s'accompagnent d'une perméation de liquide.

Des appareils de fractionnement à fibres creuses sont déjà connus notamment par les brevets français 1 307 979, 1 340 495, 1 568 113, et 2 017 387.

Le brevet français 1 307 979 décrit un appareil comportant un ou plusieurs faisceaux de fibres disposées linéairement, supportées à leurs extrémités mais non pas en leur centre ; les faisceaux de fibres sont obtenus par enduction des extrémités des fibres creuses (préalablement coupées) à l'aide d'une matière adhésive mais cette technique comporte de grandes difficultés de réalisation car la matière adhésive a tendance à entrer dans les fibres et à les obturer.

Dans les brevets français 1 340 495 et 2 017 387 on a décrit des faisceaux de fibres creuses en forme de U dont les fibres ne sont supportées qu'à leurs extrémités ; un tel appareil a plusieurs inconvénients, notamment par le fait qu'un faisceau n'étant pas rigide (les fibres sont souples) son remplacement est malaisé, surtout lorsque l'appareil est disposé horizontale-

RAD ORIGINAL

ment ou verticalement avec ouverture des fibres creuses vers le bas. De plus cet appareil ne permet guère de faire de l'échange entre deux fluides, mais seulement de la séparation à partir d'un fluide.

Dans le brevet français 1 568 113 on a enfin décrit des appareils à fibres creuses dont les fibres sont enroulées transversalement sur un mandrin creux ; cet agencement est en fait difficile à réaliser car il faut entailler les fibres creuses enroulées par une série de perforations radiales ; en outre cet appareil est essentiellement un appareil séparateur et ne peut servir comme appareil d'échange.

Un but de l'invention est de réaliser des appareils de fractionnement n'ayant pas les inconvénients des appareils connus. Un autre but de l'invention est de réaliser des appareils de fractionnement à fibres creuses de construction simple et aisée.

Il a maintenant été trouvé que ces buts pouvaient être atteints grâce à une cellule unitaire de fractionnement de fluides caractérisée en ce qu'elle comprend :

- a) une pluralité de fibres creuses disposées linéairement
- b) une âme rigide supportant tout ou partie des fibres creuses,
- c) deux parois d'extrémité fixant les fibres creuses entre elles à leurs extrémités, ces parois étant solidaires de l'âme. Chacune de ces deux parois peut éventuellement être divisée en plusieurs portions de paroi.

Pour mieux faire comprendre la constitution et l'utilisation des cellules unitaires de fractionnement selon l'invention, les appareils de fractionnement de fluides, qui sont un autre objet de l'invention, seront décrits parallèlement à ces cellules.

Ces appareils de fractionnement de fluides sont caractérisés en ce qu'ils comprennent au moins une cellule unitaire telle que définie ci-avant ainsi que :

- d) une enveloppe, constituée le plus souvent d'au moins un couvercle ou flasque, et éventuellement d'un carter ; dans certains cas l'âme peut jouer le rôle de carter.

- e) au moins un passage d'admission de fluide ménagé dans l'enveloppe
- f) au moins un passage de sortie de fluide ménagé dans l'enveloppe.

Diverses variantes de cellules et d'appareils ainsi constitués peuvent être réalisées, ces variantes étant plus spécifiquement adaptées au type de fractionnement recherché ; c'est ainsi qu'on peut distinguer les

.../...

appareils séparateurs (appareils d'ultrafiltration, appareils d'osmose inverse, appareils de perméation gazeuse) et les appareils échangeurs (dialyseurs, appareils d'échanges gaz-gaz, appareils d'échanges gaz-liquide, appareils d'osmose directe). Par dialyse on désigne particulièrement l'échange de solutés entre deux fluides liquides. Par ultrafiltration on désigne particulièrement la filtration sous pression de solutés ayant un poids moléculaire nettement plus important que celui du solvant dans lequel ils sont dissous, par exemple supérieur à 500.

Dans les cellules et appareils de l'invention, les fibres creuses, dont le nombre peut atteindre plusieurs milliers, sont disposées habituellement sous forme d'un ou plusieurs faisceaux linéaires ; éventuellement ces fibres peuvent ne pas être tendues pour faciliter le passage de fluides entre elles. Ces fibres sont ouvertes à leurs deux extrémités.

Il est bien entendu que dans le présent exposé, par l'expression fibres creuses, on désigne des fibres à forme tubulaire, c'est à dire comportant en leur sein un canal continu disposé sensiblement selon l'axe de la fibres et exempt de matériau macromoléculaire.

Les fibres creuses utilisables selon l'invention peuvent être de tout type connu, en particulier il peut s'agir des fibres mentionnées dans les brevets français 1 307 979, 1 586 563, 2 017 387 et américain 3 674 628 ou même de fibres de verre ; ces fibres peuvent être homogènes ou microporeuses ou anisotropes (c'est à dire "à peau") ; elles peuvent être obtenues par voie fondue, par voie sèche (évaporation de solvant) ou par voie humide (coagulation) ; les filières mises en oeuvre sont en pratique des filières à secteur ou ayant un orifice en forme de couronne. Les fibres utilisables dans l'invention ont un diamètre extérieur généralement inférieur à 1 mm, de préférence inférieur à 0,6 mm et pouvant même être compris entre 5 et 100 μ .

La nature précise des fibres creuses est choisie en fonction de l'application envisagée (dialyse, ultrafiltration, échanges gaz-gaz ou gaz-liquide, etc...).

L'âme mentionnée ci-avant sous le paragraphe b) a pour fonction, en particulier, d'une part de supporter tout ou partie des fibres creuses et d'autre part d'assurer la rigidité des cellules unitaires de fractionnement. Cette rigidité rend les cellules plus aisément manipulables et facilite leur mise en place dans les appareils de fractionnement ; mais cette rigidité est spécialement avantageuse pour les appareils de fractionnement dans lesquels les cellules unitaires sont interchangeable ou remplaçables.

.../...

De tels appareils seront décrits plus spécifiquement dans la suite du présent exposé.

L'âme peut prendre les formes les plus diverses ; il peut s'agir d'une simple plaque ; mais d'une manière préférentielle l'âme comprend au moins une gorge destinée à constituer un logement pour les fibres creuses. Une telle gorge permet de mieux supporter les fibres creuses ; selon un mode de réalisation avantageux de l'invention l'âme peut être une barre profilée ayant une section en forme de U (c'est à dire de gouttière) ou de H ; il peut aussi s'agir d'une barre profilée ayant une section en forme de croix ou même d'étoile à au moins 5 branches, par exemple 5, 6, 7 ou 8 branches. On peut aussi utiliser dans un même appareil une pluralité d'âmes en plaque disposées parallèlement. Dans certains cas, notamment celui des appareils séparateurs dans lesquels le fluide sous pression circule à l'extérieur des fibres, l'âme peut être ajourée ou constituée d'un matériau poreux, et peut même comporter un canal médian ; dans ce dernier cas, ce canal médian est avantageusement coaxial avec une tubulure du carter, cette tubulure constituant un passage d'admission du fluide à traiter ou de sortie du fluide traité (selon points e et f ci-dessus) ; en outre ce canal médian est avantageusement relié à l'extérieur de l'âme par de petits canaux disposés radialement. Les parois internes de l'âme peuvent enfin comporter des reliefs tels que rainures, ou des cavités, destinés à modifier l'écoulement des fluides.

L'enveloppe et l'âme des appareils selon l'invention peuvent être en tout matériau solide, rigide et étanche, notamment en métal ou de préférence en polymère synthétique.

Les cellules de fractionnement selon l'invention comprennent également, selon le paragraphe c désigné ci-avant, deux parois d'extrémités fixant les fibres entre elles à leurs extrémités.

Ces parois sont habituellement et essentiellement constituées d'une masse durcie (de préférence de la colle solidifiée) dans laquelle sont noyées les extrémités des fibres creuses, sans pour autant que le canal central de ces fibres soit obturé ; cette masse durcie fixe les fibres creuses non seulement les unes par rapport aux autres mais encore les fixe ensemble par rapport à l'âme ; au point de vue chimique, cette masse durcie est généralement de la colle solidifiée ; comme colle on peut utiliser des colles à prise rapide ou lente, à 1 ou 2 constituants. Comme colles à prise rapide on peut citer les cyanoacrylates d'alcoyle ; comme colles à prise lente on peut citer les résines époxy ; mais il ne s'agit là que d'une liste non limitative ; on peut aussi utiliser des colles polyuréthannes éventuellement modifiées par des polyisocyanates ; d'autres colles sont enfin

.../...

BAD ORIGINAL

citées en particulier dans le brevet français 1 307 979.

Selon un mode de réalisation particulier, les cellules unitaires de fractionnement comprennent en outre :

- g) un ou deux colliers entourant une ou deux des parois d'extrémités
5 b) ces colliers étant eux-mêmes munis de joints toriques ; ces colliers ont pour fonction de réaliser l'étanchéité entre cellule unitaire de fractionnement et enveloppe des appareils de fractionnement ; en outre ils permettent de séparer les fluides circulant à l'intérieur et à l'extérieur des fibres creuses.

10 Enfin selon les paragraphes e et f ci-avant, les appareils de l'invention comprennent au moins un passage d'admission de fluide (fluide à traiter) et au moins un passage de sortie de fluide (fluide traité). Ces passages, ménagés dans l'enveloppe, peuvent selon les cas être ménagés dans le carter et/ou le couvercle de l'enveloppe ; généralement le carter et le
15 couvercle contiennent chacun au moins un passage d'admission ou sortie.

Ces passages d'admission et sortie sont reliés les uns à la zone située à l'intérieur des fibres creuses et les autres à la zone située à l'extérieur des fibres creuses.

20 Le nombre précis et la disposition des passages d'admission et/ou sortie de fluide dépend notamment et principalement du choix fait concernant les circuits de fluides à fractionner.

C'est ainsi que, lorsqu'un appareil selon l'invention fonctionne comme un dialyseur, il comprend avantageusement au moins deux passages d'admission et deux passages de sortie, car en dialyse il est préférable
25 d'avoir au moins deux fluides traversant l'appareil de part en part.

De la même manière pour les autres opérations d'échange on préfère utiliser des appareils à quatre passages d'admission et/ou sortie, deux d'admission et deux de sortie correspondant à la circulation de deux fluides à travers l'appareil et de part en part.

30 En ce qui concerne les opérations de séparation, on préfère habituellement utiliser des appareils à trois passages d'admission et/ou sortie. Il peut y avoir un passage d'entrée et deux de sortie, lorsqu'un fluide traverse l'appareil de part en part et qu'on recueille un perméat. Mais il peut aussi s'agir de deux passages d'entrée et un de sortie notamment lorsqu'on veut
35 humidifier un gaz, dissoudre un gaz dans un liquide (opérations de mélange).

.../...

La description de la présente invention sera mieux comprise à l'aide des figures ci-jointes qui illustrent, de façon schématique à titre d'exemples non limitatifs et sans échelle déterminée, des modes de réalisation de l'invention.

5 Les figures 1 à 3 représentent des appareils de fractionnement selon l'invention muni d'une âme en H à une perforation.

La figure 4 représente un appareil de fractionnement à âme en H et perforations multiples.

10 La figure 5 représente un appareil de fractionnement à âme en H avec un carter.

Les figures 6 à 8 représentent des modalités d'adaptation de couvercles sur les âmes d'appareils de fractionnement.

La figure 9 représente un appareil de fractionnement à gouttière.

15 Les figures 10 et 11 représentent des appareils de fractionnement à âme en H et de forme circulaire.

La figure 12 représente un appareil de fractionnement cylindrique à âme en croix.

La figure 13 représente une âme en croix.

20 Les figures 14 à 16 illustrent un procédé de réalisation d'appareil à âme en U.

La figure 17 représente un assemblage de deux âmes en U utilisable pour un procédé de fabrication d'appareils selon l'invention.

La figure 18 représente le bobinage de fibres creuses autour de deux âmes en U accolées.

25 La figure 19 représente le bobinage de fibres creuses autour d'une âme en H.

La figure 20 représente le bobinage de fibres creuses autour d'une âme en croix.

30 Les figures 21 à 23 représentent des détails de structure d'âme en H particulièrement adaptées pour la réalisation d'appareil selon l'invention.

La figure 24 illustre un procédé de fabrication d'appareil à âme en U sans bobinage de fibres creuses.

Dans toutes ces figures, 1 à 3 et 12, les conventions suivantes sont adoptées :

- 35 - les flèches indiquant le trajet de fluides circulant constamment à l'extérieur des fibres creuses sont des flèches n'ayant qu'un chevron.
- les flèches à deux chevrons indiquent le trajet de fluides circulant au moins en partie à l'intérieur de fibres creuses, ou de fluides issus de

.../...

l'intérieur de ces fibres (perméat).

- les zones quadrillées représentent (en coupe) des masses durcies (parois d'extrémités c).

5 Les figures 1 à 3 représentent, en coupe, des appareils de fractionnement selon l'invention munis d'une âme en H.

10 Plus précisément ces appareils comprennent une âme (1) supportant deux familles de fibres creuses (2) et (2') situées chacune dans une des gorges de l'âme ; les fibres creuses (2) ont leurs extrémités noyées dans les masses durcies (3) et (4) tandis que les fibres creuses (2') ont leurs
15 extrémités noyées dans les masses durcies (3') et (4'). Les masses durcies (ou colle solidifiée) (4) et (4') constituent en quelque sorte deux portions d'une même paroi d'extrémité solidaire de l'âme (1) ; les masses durcies (3) et (3') constituent également deux portions d'une autre paroi d'extrémité solidaire de l'âme (1). L'enveloppe de l'appareil comprend deux couvercles
20 (5) et (6) munis respectivement des tubulures (12) et (13). Ces deux tubulures servent respectivement à l'entrée et à la sortie du fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses. L'âme (1) comporte à l'une de ces extrémités une perforation (14) reliant les deux gorges de cette âme en H ; le fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses entre donc par la tubulure (12),
25 lèche les fibres (2), traverse la perforation (14), lèche les fibres (2') et sort par la tubulure (13).

Les appareils des figures 1 à 3 comportent également chacun deux flasques ; c'est la nature de ces flasques qui distingue les trois appareils en question.

25 L'appareil de la figure 1 comprend un flasque (7) muni de deux tubulures (15) et (16) respectivement d'entrée et de sortie de fluide circulant à l'intérieur des fibres creuses ; il comprend également un flasque (8) exempt de tubulure mais muni d'une cavité (22) permettant le passage de fluide des fibres (2) vers les fibres (2'). Le fluide circulant à l'intérieur des
30 fibres creuses entre donc dans l'appareillage par la tubulure (15), pénètre dans le compartiment (19), traverse (dans les fibres creuses) la masse durcie (4), circule à l'intérieur des fibres creuses (2), traverse la masse durcie (3), pénètre dans la cavité (22) pour traverser ensuite (toujours dans les fibres creuses) la masse durcie (3'), circule à l'intérieur des fibres
35 creuses (2'), traverse la masse durcie (4'), pénètre dans le compartiment (20) qui est séparé du compartiment (19) par la cloison (21), et sort enfin de l'appareil par la tubulure (16).

L'appareil de la figure 2 comprend deux flasques (9) et (10) identiques et munis d'une seule tubulure et d'une seule cavité. Le fluide circulant à l'intérieur des fibres creuses entre par la tubulure (17), se répartit entre les fibres (2) et (2') dans lesquelles il circule dans le même sens et ressort de l'appareil par la tubulure (18). Le fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses suit un trajet semblable à celui décrit à propos de la figure 1.

Les appareils des figures 1 et 2 sont plus spécialement adaptés à des opérations d'échange, qui mettent en oeuvre deux circulations différentes de fluides ; l'appareil de la figure 3 est plus spécialement adapté aux opérations de séparation. Le fluide extérieur aux fibres creuses circule dans l'appareil comme dans les figures 1 et 2 ; le perméat recueilli à l'intérieur des fibres creuses traverse les masses durcies (3) et (3') et est évacué par la tubulure (18).

L'appareil décrit à la figure 4 (figures 4a à 4d) est également un appareil de fractionnement muni d'une âme (23) en H. Il se distingue de l'appareil de la figure 2 par le mode de circulation de fluide à l'extérieur des fibres creuses et par la configuration de l'âme (23).

La figure 4a est une coupe longitudinale de l'appareil, effectuée selon IVa-IVa sur la figure 4c. La figure 4b représente, vu de droite, le flasque (10) de la figure 4a. La figure 4c représente une coupe selon IVc-IVc sur la figure 4a. La figure 4d représente en vue de dessus l'âme (23) des figures 4a et 4c.

Cette âme (23) est munie d'une pluralité de perforations (24) qui ont été disposées en quinconce (d'autres dispositions peuvent bien entendu être adoptées). Le fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses entre donc par la tubulure (12) lèche les fibres (2), traverse l'âme (23) par les diverses perforations (24) et ressort de l'appareil par la tubulure (6). A l'intérieur des fibres creuses il peut y avoir soit circulation d'un fluide de la tubulure (17) à la tubulure (18), ou écoulement d'un perméat par ces deux mêmes tubulures.

La figure 4b fait apparaître la forme du flasque (10), flasque qui est semblable à ceux (10) des figures 2 et 3.

La figure 4c fait apparaître plus clairement la disposition relative de l'âme (23) des fibres (2) et (2') et des couvercles (5) et (6).

.../...

Dans ces diverses figures 1 à 4 les couvercles et les flasques ont été représentés comme étant simplement collés sur ou contre l'âme et les parois d'extrémités. Bien entendu d'autres systèmes de fixation peuvent être adoptés ; certains d'entre eux seront précisés à propos des figures 6 à 8.

5 La figure 5 représente en vue perspective éclatée un appareil voisin de celui de la figure 4 mais qui s'en distingue principalement par le fait que les deux couvercles (5) et (6) ont été remplacés par un carter unique (25) dans lequel s'emboîte la cellule unitaire de fractionnement qui est constituée par l'ensemble [âme (23) + fibres creuses (2) et (2') + paroi
10 d'extrémités (3), (3'), (4), (4')] . Pour assurer l'étanchéité entre les circuits extérieur et intérieur aux fibres creuses, un joint constitué avantageusement par de la colle a été représenté en (26) ; ce joint rend solidaires l'âme (23) et le carter (25).

15 Etant donné la disposition des tubulures (12) et (13), cet appareil de la figure 5 est muni de préférence d'une âme selon la figure 4d lorsqu'on veut assurer une circulation de fluides de l'une à l'autre de ces tubulures (12) et (13).

20 Il faut souligner cependant que pour tous ces appareils, notamment des figures 1 à 5, le nombre et la disposition des tubulures d'admission peuvent être modifiés sans changer fondamentalement les caractères de l'appareil. Le nombre et la disposition des tubulures sont déterminés en fonction de l'application de l'appareil et en fonction de la qualité du balayage des fibres qu'on veut assurer.

25 Les figures 6 à 8 représentent diverses modalités de fixation des couvercles pour les appareils des figures 1 à 4.

30 Selon la figure 6, le couvercle (5) est en matière souple et est muni d'un rebord (27) ; l'âme (1) ou (23) est munie d'une rainure (28) longitudinale et d'un joint (torique par exemple) (29) destiné à assurer une étanchéité entre l'âme et le couvercle. Le couvercle est placé en force de façon que le rebord (27) aille se placer dans la rainure (28), le couvercle (5) venant alors au contact du joint (29). Bien que ce système ait été représenté pour une âme en H, il peut bien entendu être utilisé pour tout autre type d'âme, notamment les âmes en U (figure 9).

35 A la figure 7 on a représenté un système de fixation de couvercle sur l'âme qui se distingue de celui de la figure 6 par le fait que le couvercle (5) est prévu pour s'adapter à l'âme selon un système de glissière ; cet arrangement est donc plutôt adapté au cas où le couvercle est en matériau
.../...

rigide. Bien entendu, les rainures (28) de l'âme (1) ont une configuration correspondante à celle des rebords (27) ; de plus l'adaptation du couvercle à l'âme peut être complétée à l'aide de joints ou également par collage.

A la figure 8 on a représenté, de bout et emboîtés, le couvercle et l'âme de la figure 7.

L'appareil représenté à la figure 9 est caractérisé par le fait que l'âme (30) a une forme de U ou de gouttière. Hormis cet élément, les autres parties de l'appareil sont semblables à celles de l'appareil de la figure 4 : les fibres creuses (2) sont noyées dans les parois d'extrémités (3) et (4), elles-mêmes solidaires de l'âme. Les flasques (9) et (10) munis des tubulures (17) et (18) permettent la circulation de fluide à l'intérieur des fibres creuses. Un couvercle (31) ferme le tout. On a représenté une seule tubulure en (13) sur l'âme, mais, bien entendu, l'appareil peut être muni de plusieurs tubulures qui peuvent être sur l'âme et/ou sur le couvercle. Quant aux flasques et au mode d'adaptation des couvercles on peut également les modifier selon les indications données plus haut.

Dans les figures 10 à 12 on a représenté divers types d'appareils caractérisés en ce qu'ils ont une section sensiblement circulaire ce qui les rend particulièrement adaptés aux applications mettant en oeuvre des pressions élevées; par exemple supérieures à 5 ou 10 bars, notamment l'osmose inverse.

Plus spécifiquement dans la figure 10 on a représenté la cellule unitaire de fractionnement et son carter (32) à section circulaire. La cellule unitaire de fractionnement est constituée dans ses grandes lignes comme précédemment mais avec les particularités^{suyantes} : l'âme (1) a bien, en gros, une forme de H mais d'un H dont les branches sont arrondies ; par ailleurs deux colliers (33) et (34) sont fixés aux extrémités de la cellule. Ces colliers ont été représentés munis d'un filetage ce qui permet leur fixation par vissage au carter (32). D'autres modes de fixation pourraient bien entendu être adoptés, ce système de vissage ayant pour intérêt de permettre l'amovibilité de la cellule unitaire vis à vis du carter. Les flasques n'ont pas été représentés ; ils peuvent être semblables à ceux des figures précédentes (toutefois de forme circulaire) ; ils peuvent également être munis d'un filetage pour se visser sur le carter qui devrait alors être muni également et extérieurement d'un filetage.

L'appareil de la figure 11 se distingue de celui de la figure 10, par le fait que le carter est constitué de deux demi-coquilles (35) et (36). Les deux demi-coquilles peuvent être associées par des boulons ou des rivets, l'étanchéité étant faite par les joints plats (37) et (38). L'étanchéité aux extrémités de l'appareil peut être réalisée soit par collage, soit également

à l'aide de joints entourant l'âme (1) et les masses durcies (3) et (3'), lesdits joints étant enserrés par les demi-coquilles (35) et (36).

L'appareil de la figure 12 se caractérise par le fait que l'âme (39) a une forme de croix.

5 La cellule unitaire de fractionnement (fibres creuses + âme + parois d'extrémités) est représentée à la figure 12b, le carter à la figure 12c, les flasques aux figures 12a et 12d, et l'âme sans fibre à la figure 12g. La figure 12e schématise le trajet de fluide à l'intérieur des fibres creuses. La figure 12f schématise le trajet de fluide à l'extérieur des fibres creuses.

10 Il apparaît plus spécifiquement sur la figure 12b que les fibres creuses sont réparties en quatre groupes ; les deux parois d'extrémités sont chacune constituées de quatre portions, c'est à dire de quatre masses durcies. Les deux flasques (figures 12a et 12d) sont chacun munis d'une tubulure destinée à l'admission et/ou la sortie de fluide circulant à l'intérieur des fibres creuses. Le carter de la figure 12c est cylindrique ; les 15 tubulures (41) et (42) du carter ont été disposées en harmonie avec les perforations de l'âme en croix de façon à ce que le liquide circulant à l'extérieur des fibres creuses balaie successivement chacun des quatre groupes de fibres creuses ; ces quatre groupes sont ainsi disposés en série du point de 20 vue de la circulation de fluide à l'extérieur des fibres creuses et en parallèle du point de vue de la circulation de fluide à l'intérieur des fibres creuses. Les figures 12e et 12f font ressortir plus clairement ces deux circulations en concrétisant schématiquement le trajet des deux fluides. Les tubulures (41) et (42) sur le carter sont disposées sensiblement selon un 25 angle droit. Quant aux perforations de l'âme (39) (figure 12g), il n'y en a qu'une par branche de la croix, et ces perforations sont situées alternativement à une extrémité puis à l'autre de l'âme ; l'une des branches de la croix qui est située entre les tubulures (41) et (42) n'est pas perforée.

30 Cette disposition permet pour un appareil compact et de courte longueur d'avoir un temps de contact très allongé entre les fibres creuses et le liquide circulant à l'extérieur des fibres.

En modifiant le nombre et l'emplacement des tubulures sur le carter et des perforations dans l'âme ainsi qu'en modifiant la configuration des flasques (flasques à 0, 1, 2, 3 ou 4 tubulures et compartiments) on peut 35 réaliser de nombreuses combinaisons en branchant ainsi tout ou partie des fibres en série ou en parallèle, le branchement pouvant être identique ou différent pour l'intérieur et pour l'extérieur des fibres.

.../...

La figure 13 représente un type d'âme en croix complètement perforé ; il peut s'agir d'ailleurs d'une grille, dans la mesure cependant où cette grille peut être assez rigide pour supporter les fibres creuses. Une telle âme peut être utilisée dans un appareil tel que celui de la figure 12 mais muni d'une
 5 seule tubulure sur le carter : on obtient ainsi un appareil de séparation avec circulation de fluide à l'intérieur des fibres creuses et évacuation du perméat à l'extérieur des fibres par la tubulure unique du carter.

Tous les appareils décrits dans le présent exposé peuvent être bien entendu complétés par des chicanes placées entre les fibres et/ou autour de
 10 l'ensemble des fibres, ces chicanes ayant pour but d'améliorer la turbulence des fluides en circulation.

Un autre objet de l'invention a trait aux procédés de fabrication des appareils décrits ci-avant et plus particulièrement de la cellule unitaire de fractionnement [ensemble âme + fibres creuses + parois d'extrémités] ;
 15 comme il ressortira de la description qui va suivre, la simplicité et/ou la commodité de ces procédés constituent un avantage important de l'invention.

Procédé I : Procédé dit par "gouttière sur support polygonal".

Ce procédé est plus spécialement adapté pour la réalisation d'appareils dont l'âme est en forme de U (autrement dit de gouttière).

20 Ce procédé est caractérisé en ce qu'on effectue les opérations suivantes :

α_1 : enroulement des fibres creuses autour d'une pluralité d'âmes en U placées sur les côtés d'un support polygonal (ou support en forme de prisme).

Cette étape est également appelée étape de bobinage ; on obtient un écheveau
 25 de fibres enserrant l'ensemble des âmes en U sur le support.

β_1 : scellement (ou encollage) des fibres creuses à l'âme et les unes par rapport aux autres aux extrémités de chacune des âmes, cette étape de scellement étant concomitante avec et/ou postérieure à l'étape de bobinage.

γ_1 : tronçonnage des fibres.

30 Les figures 14 à 16 illustrent schématiquement, à titre non limitatif et sans échelle déterminée, des modalités de réalisation du procédé par gouttière sur support polygonal ; les figures 14 et 15 se rapportent à la même modalité de réalisation.

35 Plus spécifiquement à la figure 14 le support (43) est une roue hexagonale et, sur les côtés de l'hexagone, sont fixées les gouttières (30) destinées à constituer les âmes en U des appareils selon l'invention.

Sur cette figure 14 on a représenté la moitié de la roue et des gouttières en coupe et l'autre moitié en vue directe sans coupe.

.../...

La fibre creuse, initialement enroulée sur la bobine (44), passe dans un guide-fil (45) puis va s'enrouler sur la roue polygonale (43) de manière à constituer un grand écheveau qui enserme toutes les gouttières. Le bobinage est effectué selon les techniques classiques connues des filateurs ;

5 pour obtenir un enroulement régulier de nappes de fibres superposées, on utilise habituellement plusieurs bobines (44) ; les fibres sortant de ces bobines passent dans une série de guide-fils animés d'un mouvement de va et vient selon une translation latérale. La figure 15 décrit plus précisément ce système : 4 guide-fils (45) sont disposés les-uns à côté des autres et

10 animés d'un mouvement latéral de va et vient ; la course de ces guide-fils est déterminée de manière à assurer la répartition régulière des fibres dans la gouttière (30).

La figure 15 montre par ailleurs une coupe (selon XV-XV) de la roue portant la gouttière de la figure 14 ; il y est indiqué notamment le

15 système de fixation de la gouttière sur la roue : la gouttière est munie de deux rainures longitudinales correspondant à des saillies (47) faisant relief sur deux butoirs, l'un (48) fixe et l'autre mobile (49). Le butoir mobile est poussée sur la gouttière par un ressort (50). La traction du crochet (51) permet de dégager aisément la gouttière de la roue.

Comme il apparaît sur la figure 14 deux buses (52) d'injection de colle permettent de coller les fibres entre elles et à l'âme, au fur et à mesure de l'enroulement de manière à constituer les parois d'extrémités ou masses durcies. Pour une telle opération (dite "d'encollage") on préfère

20 bien entendu utiliser une colle à prise rapide. Selon une variante préférentielle, l'encollage n'est pas réellement effectué en continu, mais on arrête la roue (43) et encolle les fibres creuses chaque fois qu'une nouvelle nappe ou couche de fibres creuses a été déposée dans la gouttière. Ceci permet d'encoller de façon plus précise et d'encoller toutes les fibres. Pour augmen-

25 ter la précision de l'encollage on peut remonter les buses (52) quand la roue (43) tourne et les baisser au niveau des fibres quand la roue s'arrête pour l'encollage.

30

Bien entendu de nombreuses variantes peuvent être apportées à cette technique. C'est ainsi qu'on peut utiliser une roue polygonale ayant 3, 4, 5 (ou plus encore) côtés. L'utilisation de roues à nombre de côtés élevé permet

35 de diminuer les variations de tensions exercées sur les fibres. On peut juxtaposer plusieurs gouttières sur une même roue, faire varier le nombre de

bobines (44) et de guide-fils (45). La fixation des gouttières sur la roue peut être assurée par les dispositifs les plus variés par exemple les suivants :

- plaquage des gouttières par aspiration à l'aide d'une buse en caoutchouc (aspiration par l'axe de la roue).
- lèvres de caoutchouc qui enserrant la gouttière par côté.
- rainures en queue d'aronde dans la gouttière, ces rainures s'emboîtant dans des saillies correspondantes de la roue.
- plaquage magnétique par action d'électro-aimant sur une pièce métallique noyée dans la masse de la gouttière.

La plupart de ces dispositifs ont l'avantage de permettre, après tronçonnage des fibres creuses d'ôter une à une de la roue les cellules unitaires de fractionnement.

L'appareil de la figure 16 correspond dans ses grandes lignes à celui de la figure 14. Toutefois, le support polygonal n'a que trois côtés utiles. Par ailleurs un autre système d'encollage a été adopté : un bain de colle (53) est élevé périodiquement de manière à ce que les extrémités des gouttières soient plongées dans la colle et par là même encollées. Selon cette technique il est préférable d'arrêter la rotation de la roue (43) lors de l'encollage.

Lorsque les gouttières ont été remplies de fibres selon les techniques décrites ci-avant, on coupe les fibres creuses entre chaque gouttière et on détache les gouttières pleines de la roue polygonale : on obtient ainsi directement une cellule unitaire de fractionnement. Cette cellule unitaire de fractionnement peut toutefois être améliorée par une ou plusieurs des opérations suivantes: On peut tronçonner les fibres creuses (avec éventuellement de la colle) avec un appareil de type microtome, de préférence au ras de la gouttière, ce qui permet de conférer une surface plus régulière et/ou lisse aux parois d'extrémités.

Le tronçonnage peut être réalisé par tout moyen connu en soi, tel que coupage, sciage, avec éventuellement rabotage.

Procédé II - Procédé dit par "gouttières accolées".

Ce procédé est également et plus spécialement adapté pour la réalisation d'appareils dont l'âme est en forme de U (autrement dit de gouttière).

Ce procédé est caractérisé en ce qu'on effectue les opérations suivantes :

.../...

α_2 : enroulement (ou bobinage) des fibres creuses autour de deux gouttières (ou âme en U) accolées par leur fond de manière à constituer un écheveau autour desdites gouttières.

5 β_2 : scellement (ou encollage) des fibres creuses à l'âme et les unes par rapport aux autres aux deux extrémités de l'écheveau c'est à dire aux extrémités de chacune des gouttières, cette étape de scellement étant concomitante avec et/ou postérieure à l'étape de bobinage.

γ_2 : tronçonnage des fibres.

10 Les figures 17 et 18 illustrent schématiquement, à titre non limitatif et sans échelle déterminée des modalités de réalisation du procédé par gouttières accolées.

La figure 17 (figures 17a à 17e) décrivent les gouttières accolées avant bobinage des fibres. La figure 18 décrit le bobinage des fibres creuses sur les gouttières accolées.

15 Dans la figure 17a les deux gouttières (30) et (30') sont accolées par leur fond et maintenues associées, de chaque côté, par deux fiches (54) à quatre broches (55). Une telle fiche (54) est représentée avec plus de détails à la figure 17c ; bien entendu les gouttières (30) et (30') comportent des trous correspondant aux broches (55).

20 En outre les gouttières (30) et (30') sont munies de rainures (56) destinées à recevoir deux étriers (57) dont un seul a été représenté à la figure 17b. Cet étrier comporte lui aussi deux têtes (58) ainsi qu'une surface arrondie (59) sur laquelle sera enroulé l'écheveau de fibres creuses. Les figures 17e et 17d (coupe de l'étrier selon XVIIId-XVIIId à la figure 17e) 25 précisent la configuration de l'étrier et montrent mieux la disposition relative des têtes (58) et de la surface arrondie (59).

La figure 18 décrit un appareil permettant de bobiner (ou enrouler) les fibres creuses sur les deux gouttières accolées. Dans cet appareil les deux gouttières (30) et (30') sont placées au centre d'une roue (60) comportant une pluralité de guide-fibres (61) et de bobines (44) sur lesquelles 30 sont enroulées les fibres creuses. Les différents guide-fibres sont légèrement décalés les uns par rapport aux autres sur l'épaisseur de la roue (dans son intérieur) afin de mieux répartir les fibres creuses dans les gouttières.

La roue horizontale (60) et les gouttières (30) et (30') sont 35 animées d'un double mouvement relatif :

- rotation de la roue ou des gouttières
- translation verticale en va et vient de la roue ou des gouttières.

Selon une modalité plus perfectionnée et non représentée sur la figure 18, les bobines sont montées sur un chariot sur rail de manière à assurer un déplacement desdites bobines, ce déplacement étant tel que la fibre creuse passe à vitesse égale à la vitesse d'enroulement sur les gouttières ce qui évite les secousses et efforts indus de traction sur les fibres.

En même temps que l'enroulement sur les gouttières (figure 18), on procède avantageusement à une injection de colle par les buses (52) pour assurer un bon encollage des fibres au fur et à mesure dudit enroulement.

Une fois le bobinage terminé, les fibres creuses sont disposées selon un écheveau monté sur l'ensemble des deux gouttières avec leurs deux étriers ; on peut alors parfaire l'encollage des extrémités de l'écheveau, c'est à dire l'encollage des fibres au niveau de l'étrier et aux extrémités des gouttières par un ajout de colle. Cet ajout de colle est effectué de préférence à l'aide d'un moule et plus particulièrement d'un moule constitué d'une matière souple et à laquelle la colle n'adhère pas, par exemple en silicone ; l'ensemble gouttières + écheveau de fibres + étriers est plongé en position verticale dans le moule contenant la colle non durcie et de préférence dégazée. Après durcissement de la colle, on déboîte le moule par tout moyen connu. La colle utilisée alors est de préférence une colle à prise lente.

Les masses durcies (de colle) aux extrémités des gouttières sont donc obtenues soit par encollage au fur et à mesure de l'enroulement des fibres, soit par encollage après cet enroulement, soit par ces deux encollages.

Il est à souligner qu'un avantage important des procédés décrits ci-avant est que les fibres creuses ne peuvent pas être obturées par la colle puisque les fibres creuses ne sont coupées et par suite ouvertes qu'après l'encollage.

Après le bobinage (α_2) et l'encollage (β_2) on procède au tronçonnage des fibres qui, comme précédemment a lieu par tout moyen connu (sciage, coupage, rabotage et autre) ; la surface de coupage peut être rendue plus régulière à l'aide d'un microtome ; lors du tronçonnage les deux étriers sont ôtés, ensuite les deux gouttières sont détachées l'une de l'autre, ce qui fournit les cellules unitaires de fractionnement.

Bien entendu de nombreuses variantes et adaptations des techniques décrites dans ce procédé peuvent être utilisées sans qu'on sorte du cadre du procédé II selon l'invention.

.../...

Procédé III : Procédé dit par "écheveau sur une seule âme".

Ce procédé est spécialement applicables aux appareils ayant une âme en H ou en croix ou en étoile.

Il ne se distingue du procédé II que par le fait que les deux gouttières accolées par leur fond sont remplacées par une âme unique ayant un nombre pair de gorges, notamment les âmes en H (deux gorges) ou en croix (quatre gorges). Il n'y a donc pas lieu après le tronçonnage des fibres, de séparer deux âmes l'une de l'autre.

La réalisation du procédé III a été décrite aux figures 19 et 20 ; elle s'effectue de façon similaire au procédé II décrit à la figure 18, la seule différence étant que les deux âmes accolées ont été remplacées par l'âme primaire (62) qui a une forme de H à la figure 19 et l'âme (69) en forme de croix à la figure 20. En outre à la figure 20, les bobines (44) ne sont pas portées directement par la roue (60) comme à la figure 19 mais par un plateau (70) tournant comme la roue (60) laquelle ne porte que les guide-fibres.

Dans la définition qui précède et dans ce qui suite on distingue entre âme primaire (62) et âme secondaire [(1) ou (23)]. L'âme secondaire (62) est identique à l'âme (1) ou (23) dont il a été parlé précédemment dans les appareils de fractionnement de l'invention ; l'âme primaire (62) est celle qui supporte l'écheveau de fibres creuses lors du bobinage, la différence entre l'âme primaire (62) et l'âme secondaire (1) ou (23) provient des éléments éventuellement éliminés lors du tronçonnage ; si le tronçonnage n'affecte pas l'âme primaire (62) mais seulement les fibres creuses et la colle qui les assemble, alors l'âme primaire (62) et l'âme secondaire (1) ou (23) sont identiques.

Les figures 21 à 23 concernant des modalités d'exécution d'âmes primaires particulièrement adaptées à la mise en oeuvre du Procédé III. Il s'agit plus spécifiquement d'âmes en H mais les modalités y décrites peuvent être transposées aisément à d'autres types d'âmes, notamment les âmes en croix.

La figure 21 représente un type d'âme primaire spécialement conçu pour faciliter le tronçonnage ; cette âme primaire comporte essentiellement deux parties : l'une est allongée et constituera (après tronçonnage) l'âme secondaire [(1) ou (23) par exemple] qui est l'âme proprement dite montée dans les appareils de fractionnement de l'invention ; cette partie allongée comporte une extrémité plane (64) ; l'autre partie de l'âme primaire est constituée par deux étriers (57) comportant chacun deux têtons (58) correspondant à des trous prévus dans l'âme secondaire. Ces étriers ont été décrits à la figure 17.

Une telle âme primaire peut être modifiée par exemple pour constituer une âme en croix, auquel cas les étriers sont également en forme de croix et peuvent comporter quatre têtons chacun.

5 Avec une âme primaire telle que celle de cette figure 21, l'opération d'encollage (β) est réalisée avantageusement de manière que le scellement soit situé au niveau de l'extrémité plane (64) ; le tronçonnage lui-même est également effectué au ras du plan (64). Ce système facilite considérablement le tronçonnage : en effet il ne reste guère plus que les fibres creuses et éventuellement les têtons à tronçonner, et non plus le corps de l'âme primaire ;
10 en retirant à temps l'étrier on peut d'ailleurs éviter même de tronçonner les têtons.

La figure 22 (22A à 22C) représente une extrémité d'âme primaire également intéressante pratiquement.

La figure 22A représente cette extrémité en vue de profil.

15 La figure 22B représente une coupe de l'âme primaire selon XXIIB-XXIIB.

La figure 22C représente l'extrémité de l'âme primaire en vue de dessus.

20 Cette âme primaire est munie d'un orifice (65) par lequel on introduit la colle au fur et à mesure du bobinage ou éventuellement après bobinage ; cet orifice (65) est relié par l'intérieur de l'âme primaire à deux fentes (66) par lesquelles la colle peut s'écouler pour aller enduire les fibres.

25 Cet arrangement des figures 22A à 22C permet de supprimer les buses (52) de l'appareil de la figure 19, ces buses pouvant, dans certains cas, gêner le bobinage.

Avec une âme primaire telle que celle de la figure 22 le tronçonnage dans le Procédé III peut être effectué au niveau du plan XXIIB-XXIIB de la figure 22A en sorte que l'extrémité (67) soit éliminée par ce tronçonnage.

30 Un système équivalent à celui décrit à la figure 22 peut être mis en oeuvre avec des âmes en U : une rainure pratiquée à la fois dans l'âme-gouttière et dans le couvercle tout autour des fibres et selon un plan perpendiculaire à ces fibres près d'une de leurs extrémités, permet d'injecter de la colle autour et entre les fibres en régularisant ainsi l'encollage.

35 La figure 23 montre, dans le cas d'une âme primaire (62) en forme de H, (représentée en vue de profil et en vue de dessus) portant un écheveau (68) de fibres creuses, trois plans YY', WW' et ZZ' selon lesquels l'éche-

veau et l'âme primaire peuvent être tronçonnés ; les plans ZZ' et WW' correspondent au tronçonnage de l'écheveau à l'une de ses extrémités ; seules les parties extrêmes de droite et de gauche des fibres et de l'écheveau sont conservées ; le plan YY' correspond au tronçonnage de l'écheveau en son milieu, selon une tranche sensiblement perpendiculaire aux fibres : les deux moitiés issues du tronçonnage peuvent être conservées pour permettre la construction de cellules unitaires de fractionnement ou d'appareil de fractionnement selon l'invention. Ainsi donc le tronçonnage s'effectue soit selon les plans ZZ' et WW' (ce qui donne une cellule unitaire de fractionnement) soit selon les trois plans ZZ', YY' et WW' (ce qui donne deux cellules unitaires de fractionnement). On préfère toutefois tronçonner seulement selon les plans ZZ' et WW' ce qui facilite l'encollage.

Le tronçonnage dans le Procédé III (et aussi en général dans les autres procédés) porte à la fois sur l'écheveau de fibres creuses, la masse durcie du scellement et le plus généralement sur l'âme primaire ; on n'évite le tronçonnage de l'âme que si l'on peut tronçonner l'écheveau selon un plan tel que (64) situé à la surface de l'âme, c'est à dire au ras de l'âme.

Procédé IV : Procédé par transfert de fibres creuses précoupées.

Ce procédé sera peu développé : il consiste simplement à préparer un faisceau de fibres creuses indépendamment de l'âme, à transférer ce faisceau dans la ou les gorges de l'âme.

Le collage des fibres entre elles peut être effectué avant le transfert (ce qui nécessite alors de coller le faisceau à l'âme) ou après le transfert.

La préparation des faisceaux s'effectue selon tout procédé connu. Elle peut également s'effectuer selon des procédés ressemblant aux procédés I à III dans lesquels soit on supprimerait l'âme soit on détacherait les fibres de l'âme utilisée pour le bobinage et transférerait ces fibres sur l'âme définitive.

Procédé V : Procédé par introduction de nappe de fibres sans enroulement.

Ce procédé est particulièrement adapté pour la réalisation d'appareil de fractionnement ayant une âme en forme de U (gouttière). Il permet en outre une production plus rapide et plus industrielle.

Ce procédé est caractérisé en ce que :

α₅ : Les fibres creuses issues d'une pluralité de supports d'enroulement (bobines), sont rassemblées en un faisceau de fibres parallèles dont la section est sensiblement la même que la section interne de la gorge de l'âme, la longueur dudit faisceau étant au moins égale à celle de l'âme.

- 1'âme
β₅ : est mise en place de façon à contenir le faisceau de fibres creuses.
γ₅ : les fibres creuses sont collées entre elles et à 1'âme.
δ₅ : les fibres creuses sont tronçonnées à chaque extrémité de 1'âme.

Les modalités d'exécutions de ce procédé ainsi que des moyens permettant de le mettre en oeuvre sont schématisés à la figure 24.

Une série de bobines (44) de fibres creuses sont disposées selon un quadrillage. Les diverses fibres creuses issues de ces bobines sont regroupées à l'aide de guide-fibres qui n'ont pas été représentés. (On utilise de préférence des guide-fibres en forme de peignes). Les fibres sont ainsi groupées selon un faisceau à section rectangulaire. Un tapis (71) continu porte trois pinces (72) situées aux positions A, B et C ; la représentation de ces pinces n'est que schématique. La pince (72 A) se saisit du faisceau de fibres creuses à la sortie des guide-fibres pour l'entraîner jusqu'à la position 72 B ; la distance entre les positions (72 A) et (72 B) est légèrement supérieure à celle d'une longueur de gouttière. Lors du déplacement de la pince de la position (72 A) à la position (72 B), la pince qui était en position (72 C) est arrivée en position (72 A) et s'est alors saisie du faisceau de fibres creuses qui est ainsi tenu à la fois par les pinces en positions (72 A) et (72 B). La gouttière est alors élevée de façon à contenir le faisceau : c'est la position qui est représentée sur la figure 24. On procède alors au collage des fibres entre elles en amenant la colle par exemple par des buses qui n'ont pas été représentées puis l'on tronçonne les fibres selon les flèches (73) et (74). Il est également possible de tronçonner et de coller les fibres ensuite mais ce dernier procédé a, dans la plupart des cas, l'inconvénient de nécessiter des précautions particulières pour éviter d'obturer les fibres par la colle. Une fois les fibres collées puis tronçonnées, la gouttière munie de ses fibres est évacuée et la pince (72 A) tire le nouveau faisceau de fibres creuses en (72 B) pour une nouvelle opération. La mise en place d'un couvercle sur la gouttière a lieu avantageusement avant tronçonnage.

.../...

REVENDEICATIONS

1.- Cellules unitaires utilisables notamment dans des appareils servant dans des opérations d'échange, de séparation ou de mélanges de fluides caractérisées en ce qu'elles comprennent :

- a) une pluralité de fibres creuses disposées linéairement
- 5 b) une âme rigide supportant tout ou partie des fibres creuses
- c) deux parois d'extrémités fixant les fibres creuses entre elles à leurs extrémités, ces parois étant solidaires de l'âme.

2.- Cellules selon la revendication 1 caractérisées en ce que les parois d'extrémités sont divisées chacune en plusieurs portions de parois d'extrémités.

3.- Cellules selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisées en ce que l'âme comprend au moins une gorge servant de logement aux fibres creuses.

4.- Cellules selon la revendication 3 caractérisées en ce que l'âme a une forme de U.

5.- Cellules selon la revendication 3 caractérisées en ce que l'âme a une forme de H.

6.- Cellules selon la revendication 3 caractérisées en ce que l'âme a une forme de croix.

7.- Cellules selon la revendication 3 caractérisées en ce que l'âme a une forme d'étoile.

8.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisées en ce que les parois d'extrémités sont des masses durcies de colle solidifiée dans lesquelles sont noyées les extrémités de fibres creuses.

9.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisées en ce qu'elles comprennent un ou deux colliers entourant les parois d'extrémités.

10.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisées en ce qu'elles comprennent deux passages d'admission de fluides et deux passages de sortie de fluide.

11.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisées en ce qu'elles comprennent deux passages d'admission de fluide et un passage de sortie de fluide.

12.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisées en ce qu'elles comprennent un passage d'admission de fluide et deux passages

.../...

de sortie de fluide.

13.- Cellules selon l'une des revendications 5 et 8 à 12 caracté-
risées en ce que l'âme en H est munie d'une perforation à l'une de ces
extrémités, cette perforation permettant de faire circuler le fluide à
5 l'extérieur des fibres creuses selon une circulation dans laquelle les deux
faisceaux de fibres creuses du H sont en série.

14.- Cellules selon l'une des revendications 1 à 12 caractérisées
en ce que l'âme est munie d'une pluralité de perforations.

15.- Cellules selon l'une des revendications 6 et 8 à 12 caracté-
risées en ce que l'âme en croix ou en étoile comprend des perforations aux
10 extrémités (sauf une) des branches de la croix ou de l'étoile, ces perforations se trou-
vant alternativement à une extrémité pour une branche et à l'autre extrémité
pour la branche suivante.

16.- Appareils utilisables notamment dans des opérations d'échange,
15 de séparation, ou de mélange de fluides, caractérisés en ce qu'ils compren-
nent des cellules unitaires selon l'une des revendications 1 à 15, ainsi
que :

d) une enveloppe

e) au moins un passage d'admission de fluide ménagé dans l'enveloppe

20 f) au moins un passage de sortie de fluide ménagé dans l'enveloppe.

17.- Appareils selon la revendication 16 caractérisés en ce que
l'enveloppe comprend au moins un couvercle.

18.- Appareils selon l'une des revendications 16 et 17 caractérisés
en ce que l'enveloppe comprend au moins un flasque.

25 19.- Appareils selon l'une des revendications 16 à 18 caractérisés
en ce que l'enveloppe comprend un carter.

20.- Appareils selon l'une des revendications 16 à 19 caractérisés
en ce qu'il comprend un flasque à deux tubulures et un flasque sans tubulure.

21.- Appareils selon l'une des revendications 16 à 19 caractérisés
30 en ce qu'il comprend au moins un flasque ayant une tubulure.

22.- Appareils selon l'une des revendications 16 à 21 caractérisés
en ce que l'enveloppe comprend deux demi-coquilles.

23.- Appareils selon l'une des revendications 16 à 22 caractérisés
en ce que l'enveloppe est cylindrique.

.../...

24.- Procédé de préparation d'une cellule unitaire selon l'une des revendications 4, 8 à 12 et 14 caractérisé en ce que l'on effectue les opérations suivantes :

- 5 α_1 : enroulement des fibres creuses autour d'une pluralité d'âmes en U (ou gouttières) placées sur les côtés d'un support polygonal de manière à constituer un écheveau enserrant l'ensemble des âmes en U sur le support.
- β_1 : encollage des fibres creuses à l'âme et les unes par rapport aux autres aux extrémités de chacune des âmes, cette étape d'encollage étant concomitante avec^{et}/ou postérieure à l'étape de bobinage.
- 10 γ_1 : tronçonnage des fibres creuses.

25.- Procédé selon la revendication 24 caractérisé en ce que l'encollage est réalisé au fur et à mesure de l'enroulement, avec une colle à prise rapide injectée à l'aide d'au moins une buse.

15 26.- Procédé selon la revendication 24 caractérisé en ce que l'encollage est effectué en plongeant dans de la colle les extrémités de gouttières.

27.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 26 caractérisé en ce que le support polygonal a 3, 4, 5 ou 6 côtés.

20 28.- Procédé de préparation d'une cellule unitaire selon l'une des revendications 4, 8 à 12 et 14 caractérisé en ce que l'on effectue les opérations suivantes :

- α_2 : enroulement des fibres creuses autour de deux gouttières accolées par leur fond de manière à constituer un écheveau autour desdites gouttières.
- β_2 : encollage des fibres creuses à l'âme et les unes par rapport aux autres aux deux extrémités de l'écheveau, cette étape d'encollage étant concomitante avec et/ou postérieure à l'étape α_2 .
- 25 γ_2 : tronçonnage des fibres creuses.

29.- Procédé selon la revendication 28 caractérisé en ce que les gouttières accolées comprennent à chacune de leurs extrémités un étrier.

30 30.- Procédé de préparation d'une cellule unitaire selon l'une des revendications 5 à 15 caractérisé en ce qu'on effectue le procédé selon l'une des revendications 28 ou 29 mais en remplaçant les deux gouttières accolées par une âme unique, en forme de H, de croix ou d'étoile.

35 31.- Procédé selon la revendication 30 caractérisé en ce que l'encollage se fait par l'intermédiaire d'une rainure située sur les gorges de l'âme et autour des fibres.

32.- Procédé de préparation de cellules unitaires selon l'une des revendications 1 à 15 caractérisé en ce que l'on prépare au moins un faisceau de fibres creuses, qu'on transfère ce ou ces faisceaux dans la ou les gorges de l'âme et que l'on colle les fibres creuses entre elles et à l'âme.

.../...

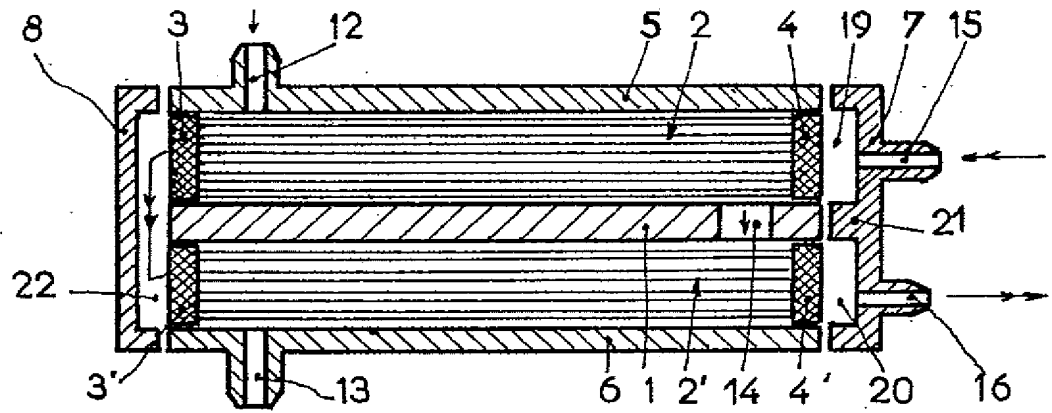
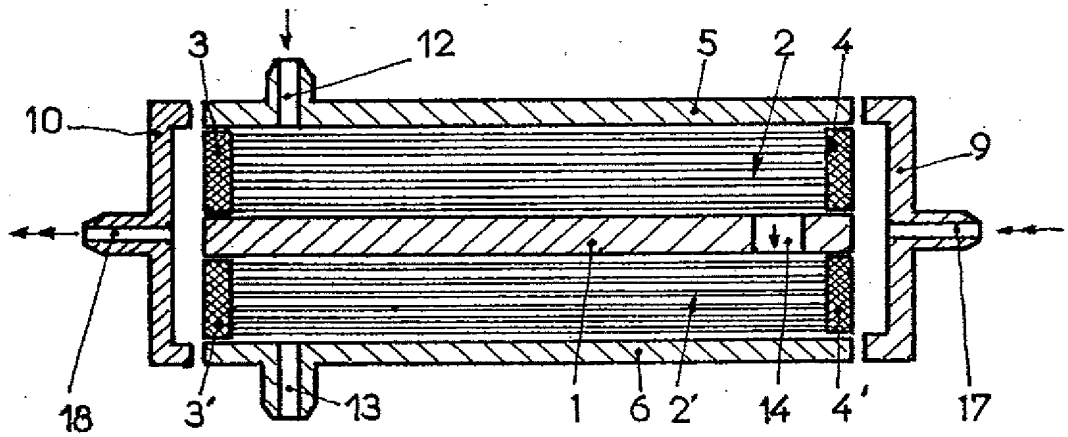
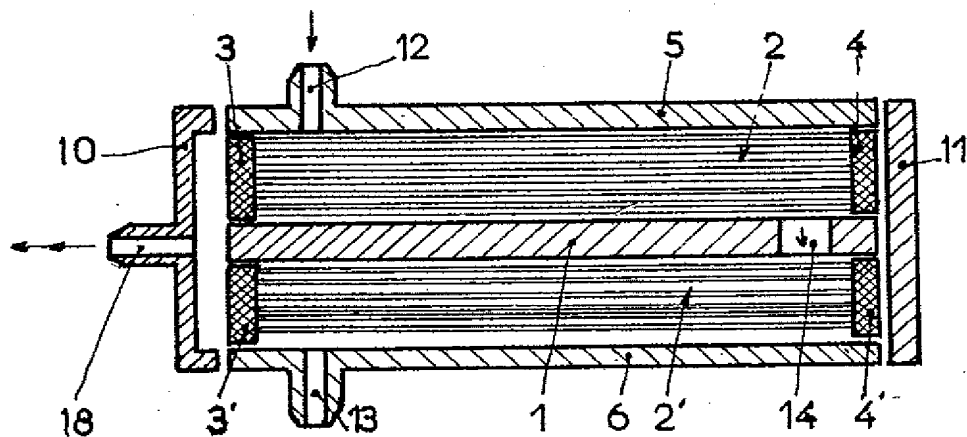
33.- Procédé de préparation de cellules unitaires selon l'une des revendications 1 à 15 caractérisé en ce que :

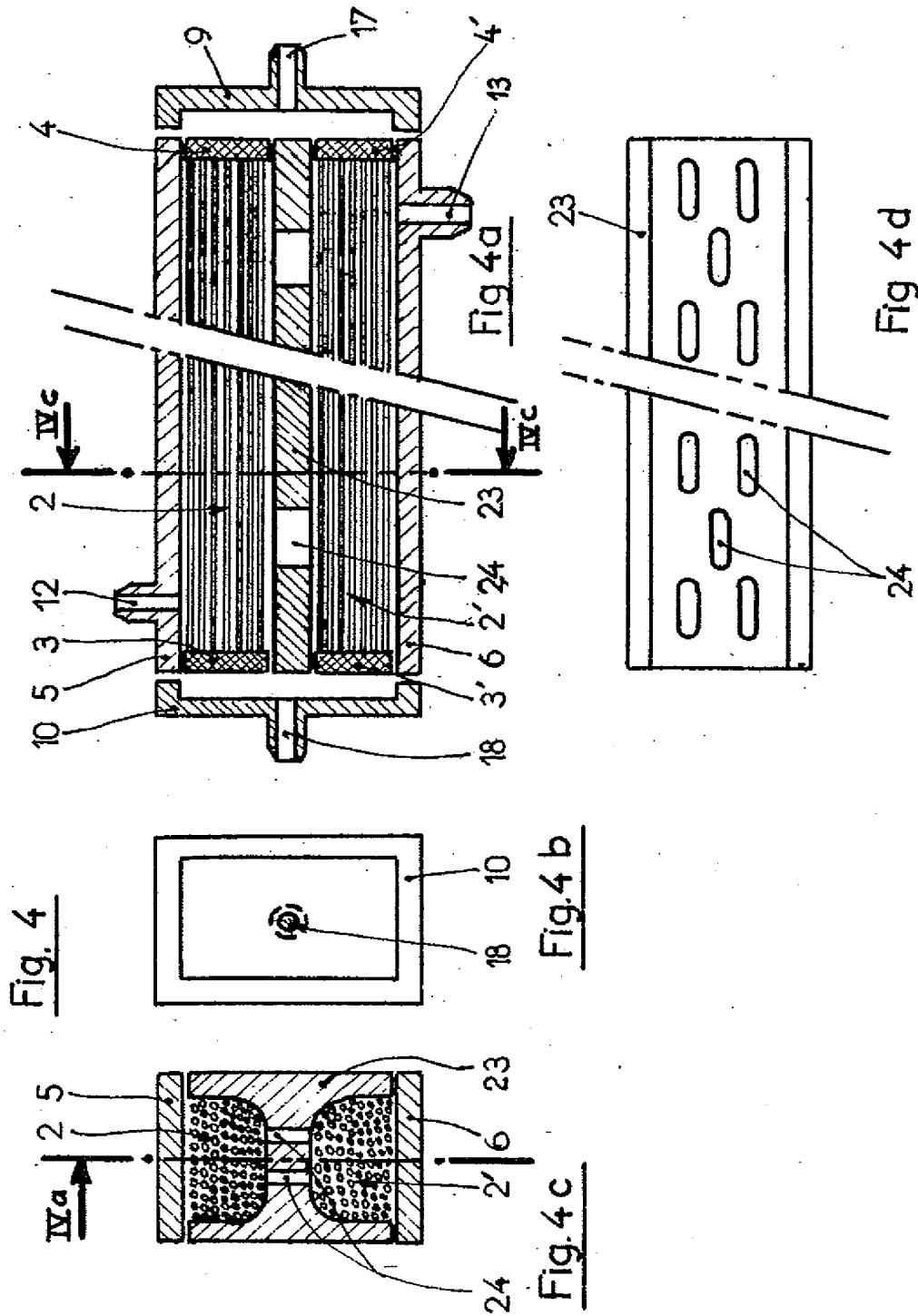
5 α_5 : les fibres creuses issues d'une pluralité de supports d'enroulement sont rassemblées en un faisceau de fibres parallèles dont la section est sensiblement la même que la section interne de la gorge de l'âme, la longueur dudit faisceau étant au moins égale à celle de l'âme.

β_5 : l'âme est mise en place de façon à contenir le faisceau de fibres creuses.

γ_5 : les fibres creuses sont collées entre elles et à l'âme.

10 δ_5 : les fibres creuses sont tronçonnées à chaque extrémité de l'âme.

Fig. 1Fig. 2Fig. 3



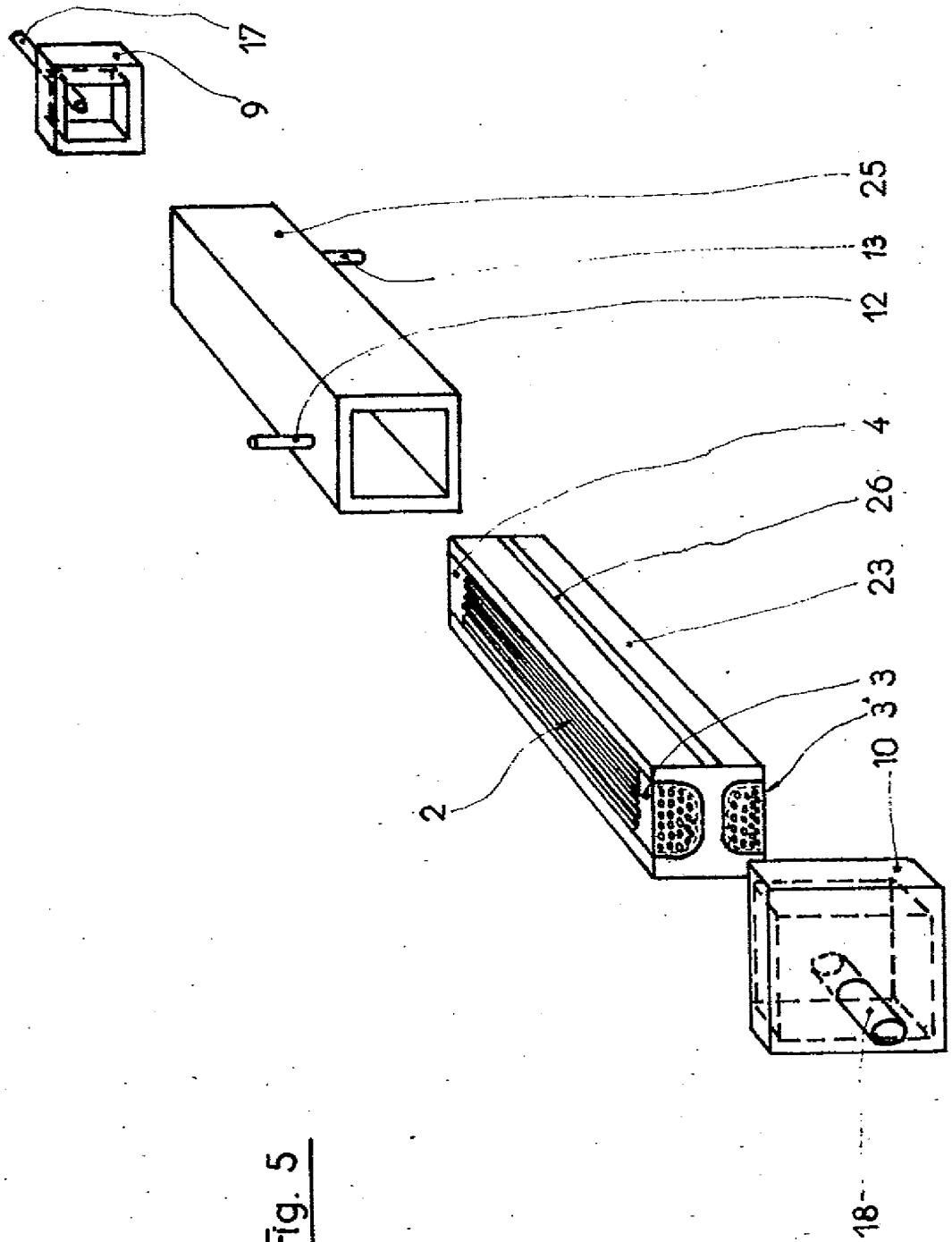
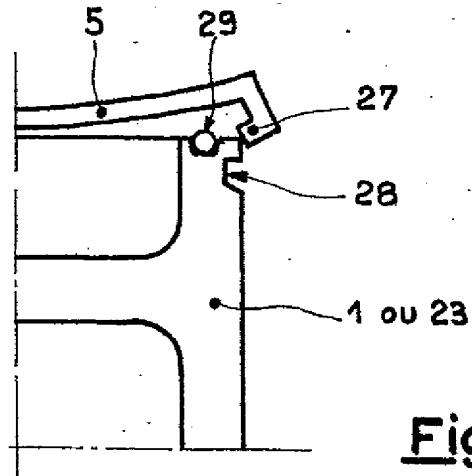
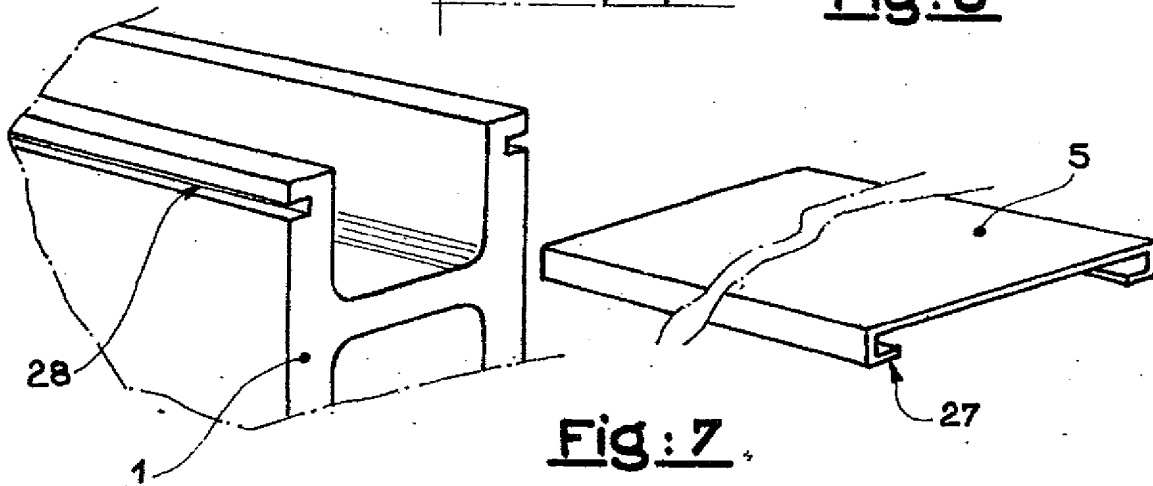
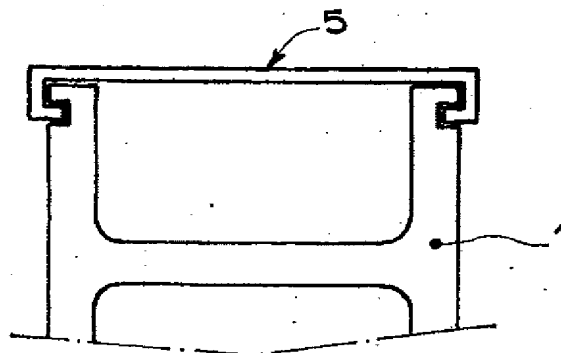
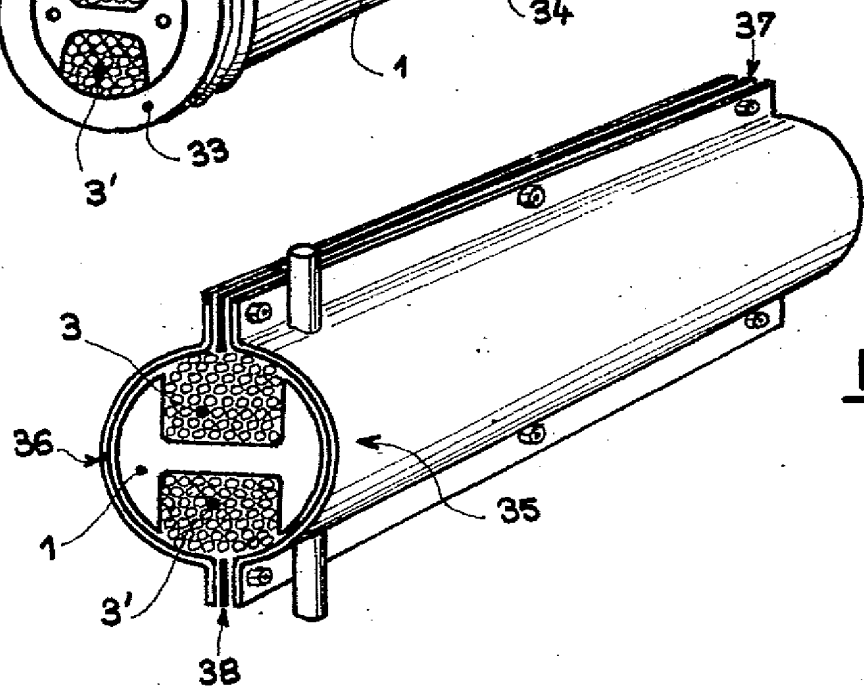
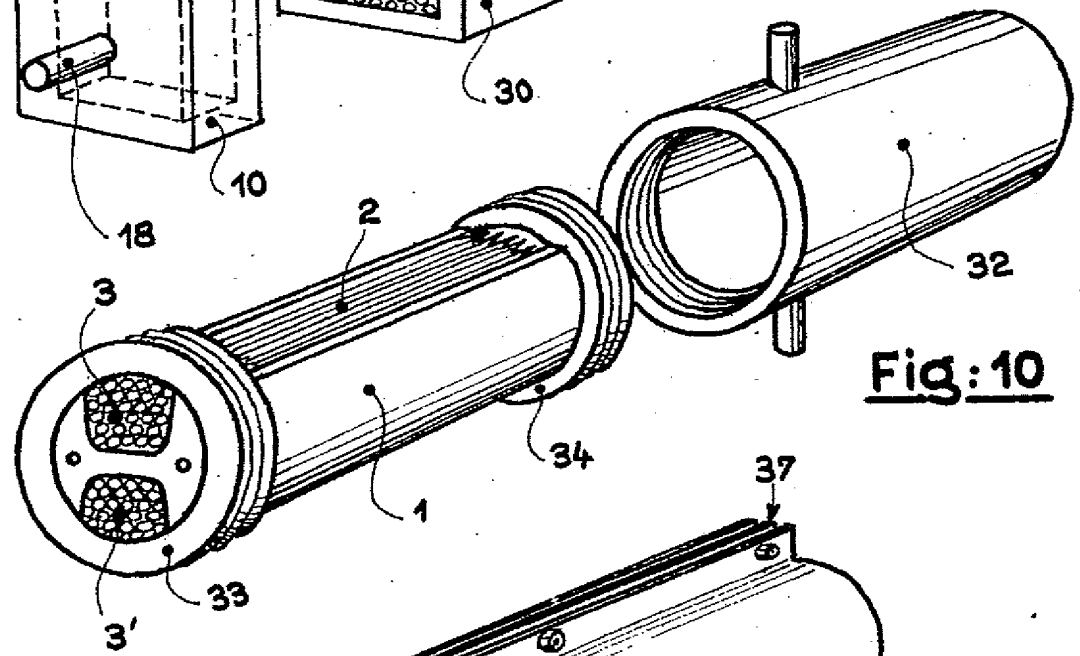
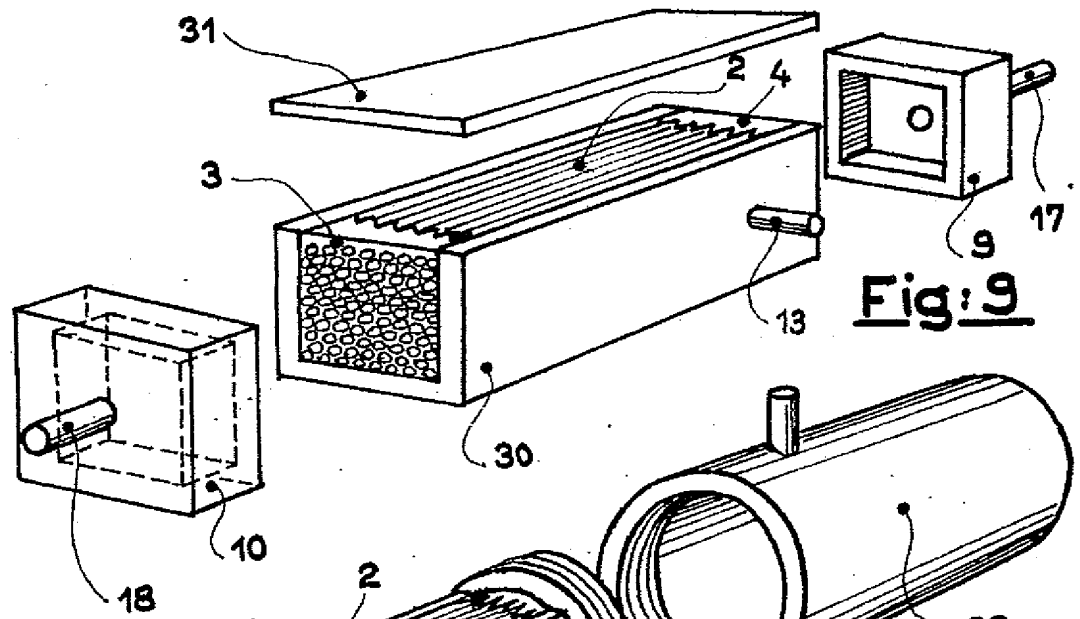
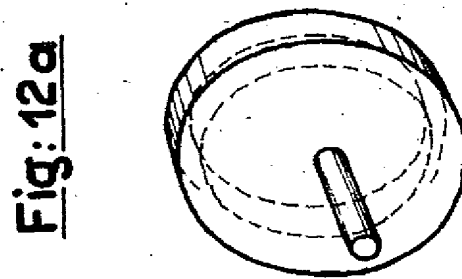
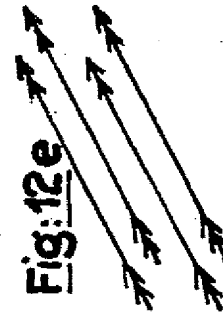
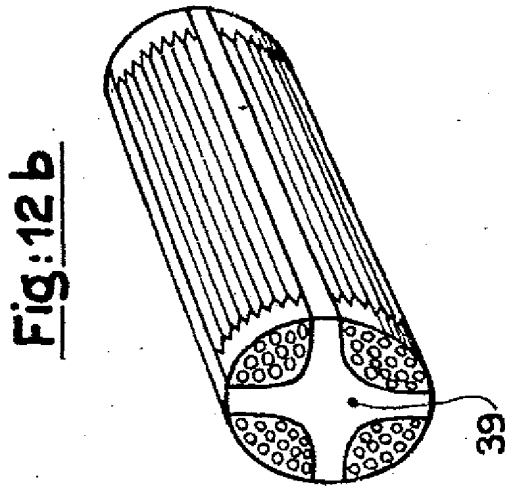
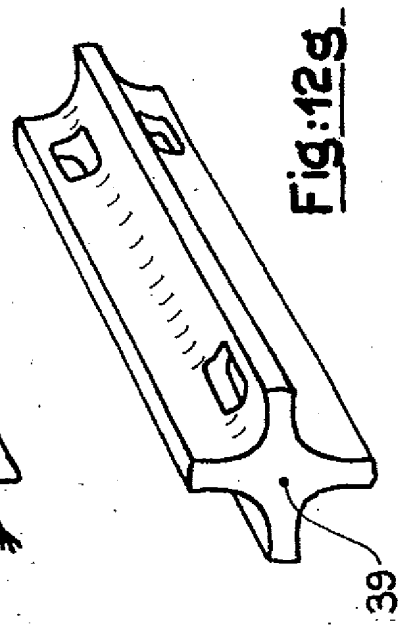
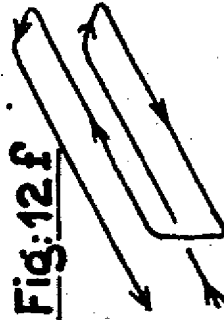
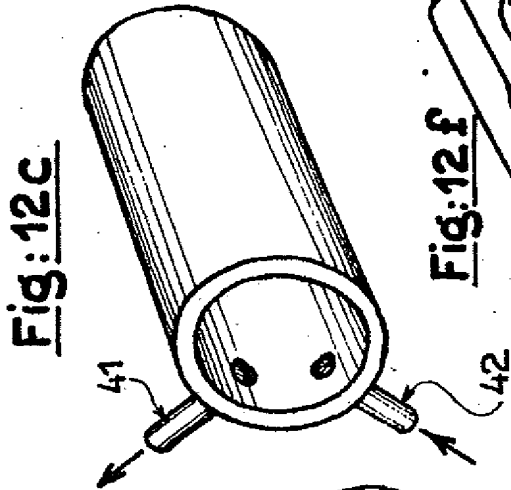
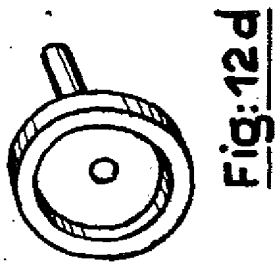


Fig. 5

**Fig: 6****Fig: 7****Fig: 8**





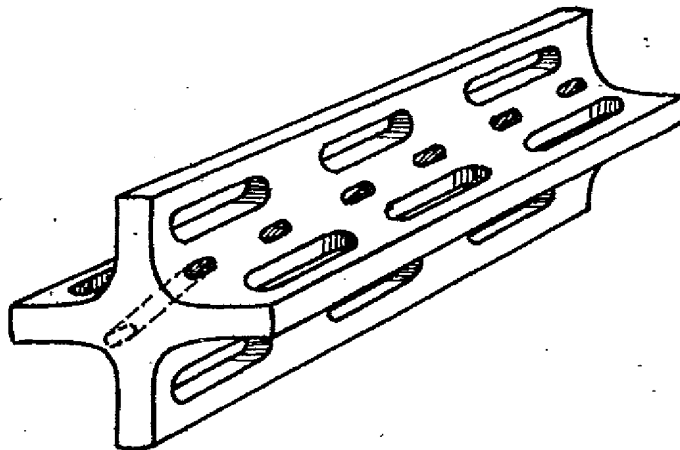
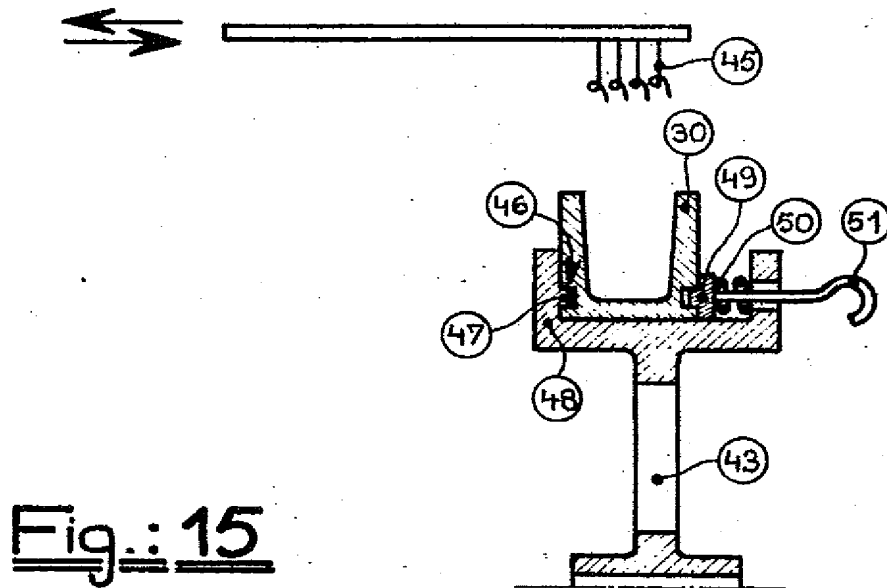
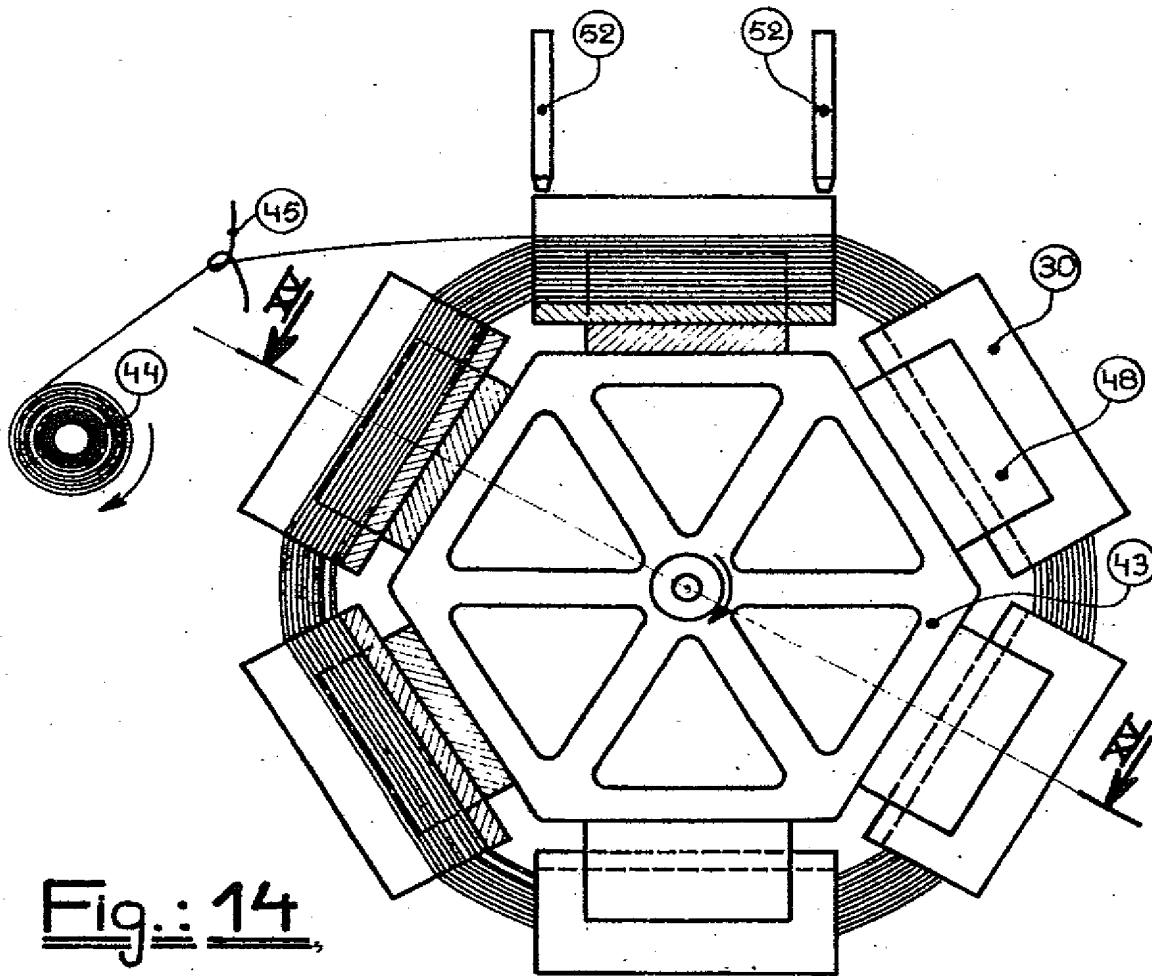
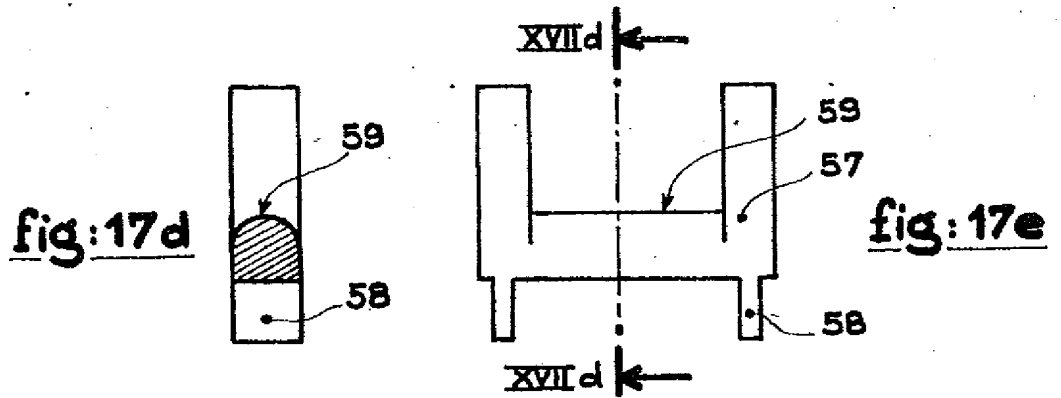
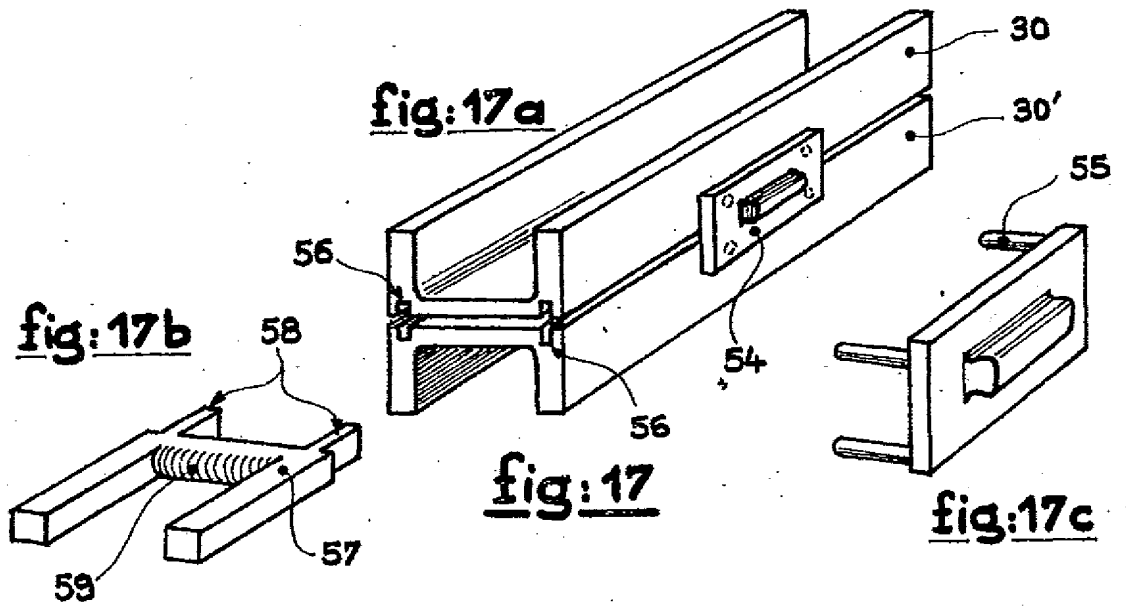
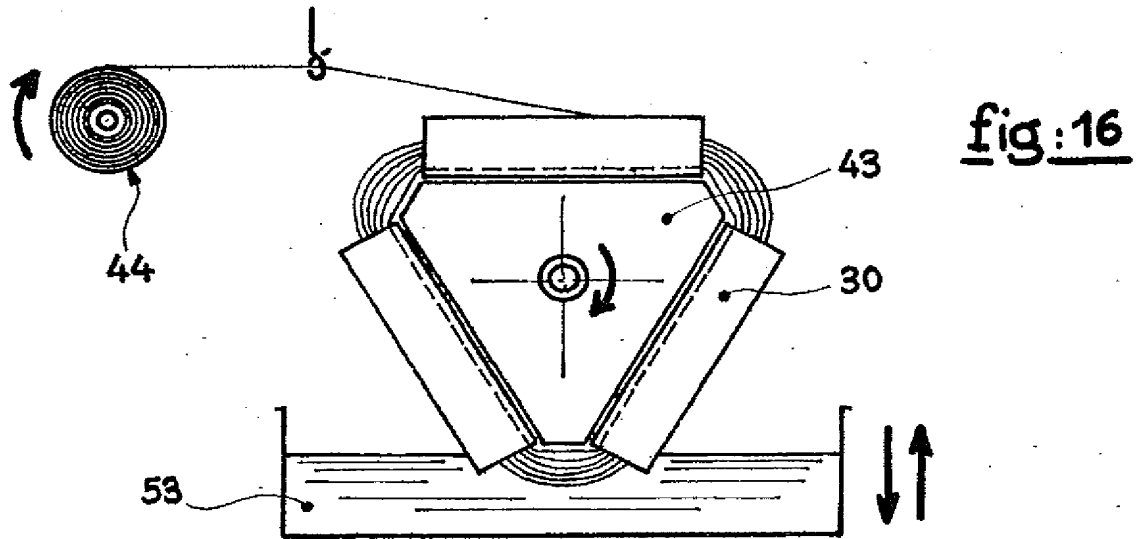
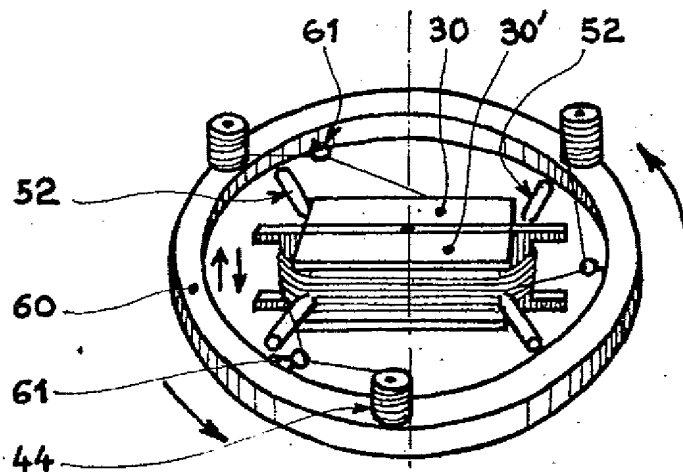
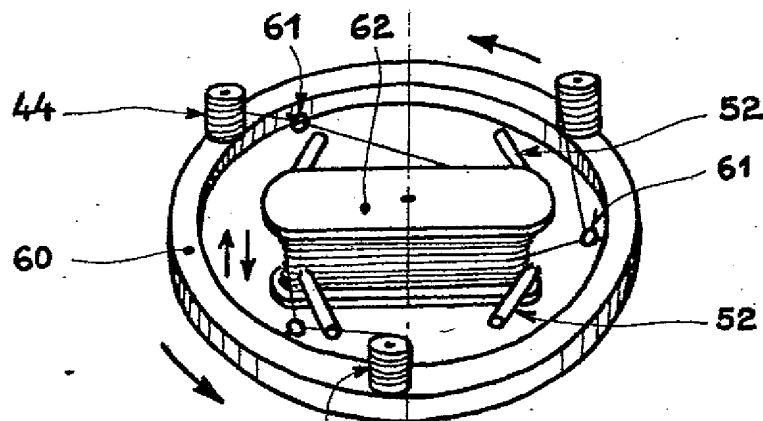
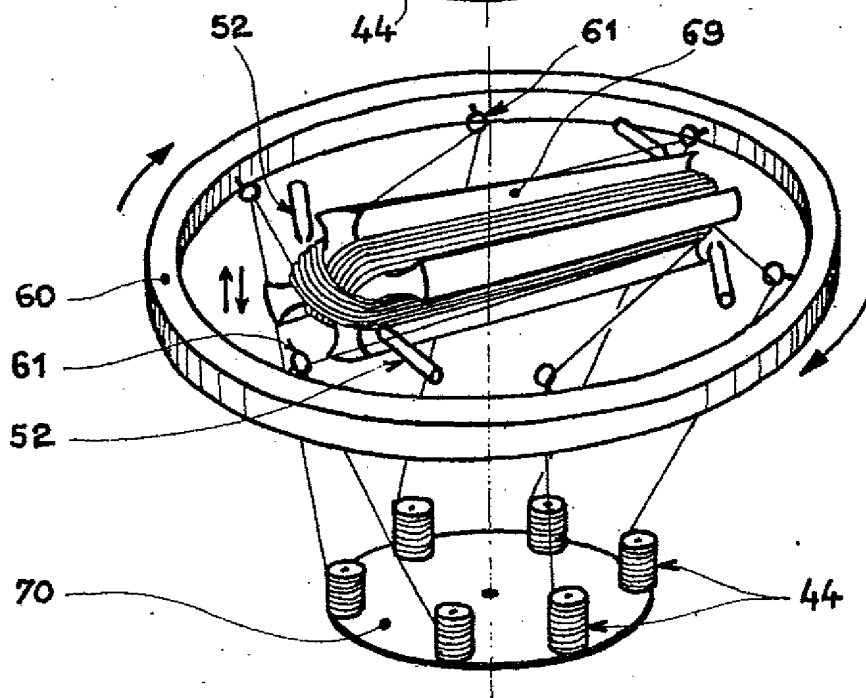
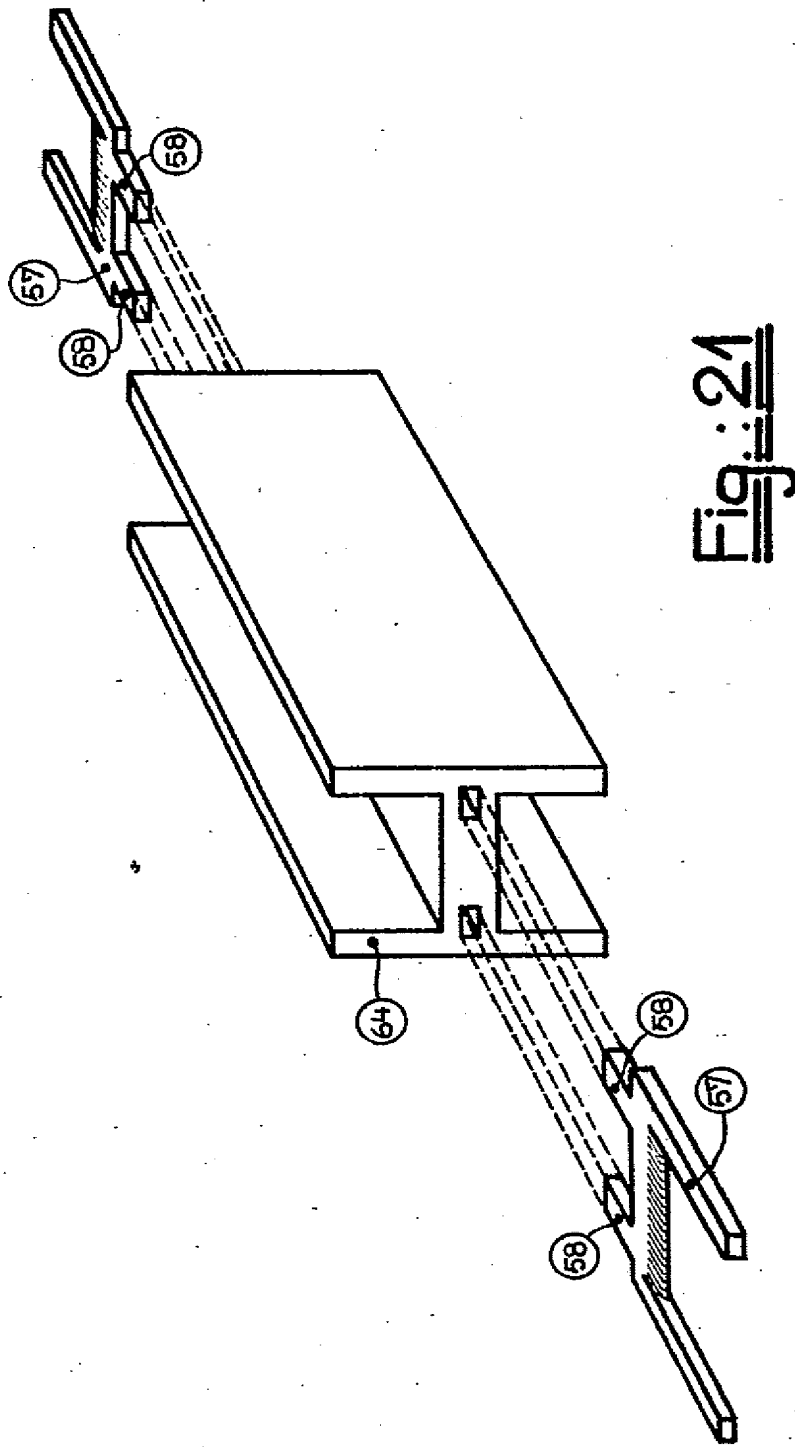


Fig:13





Fig:18Fig:19Fig:20



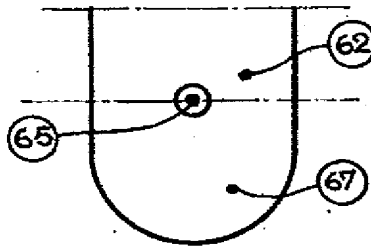
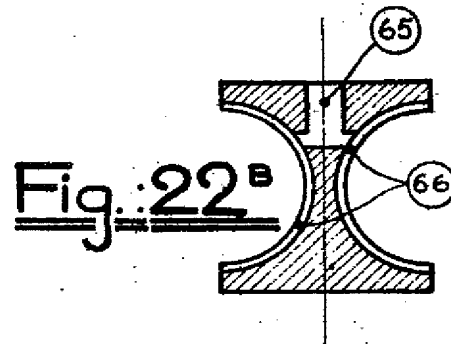
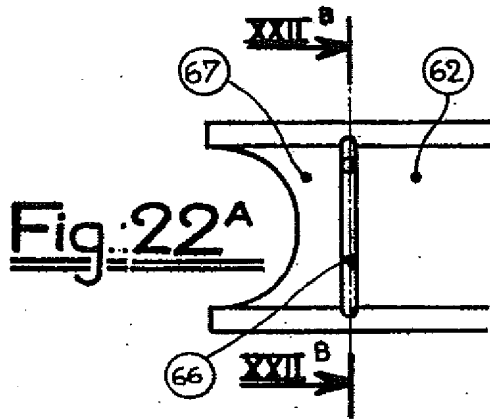
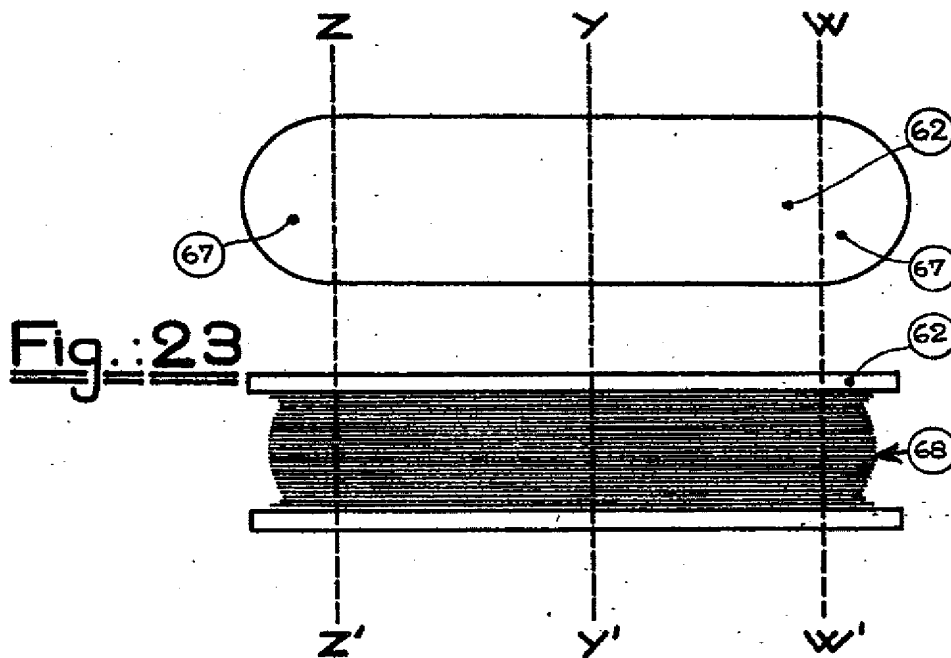
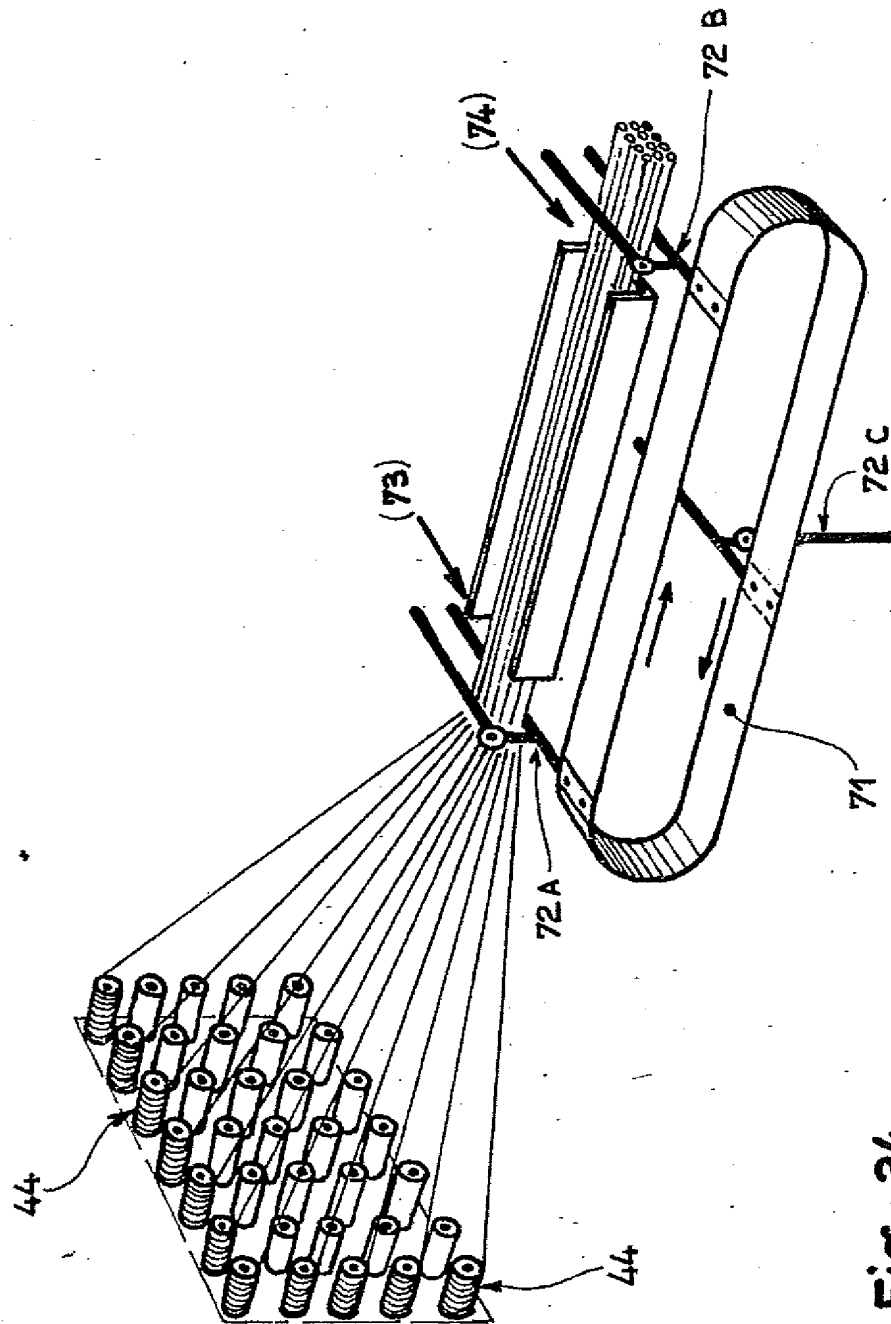


Fig.:22^C



**Fig: 24**